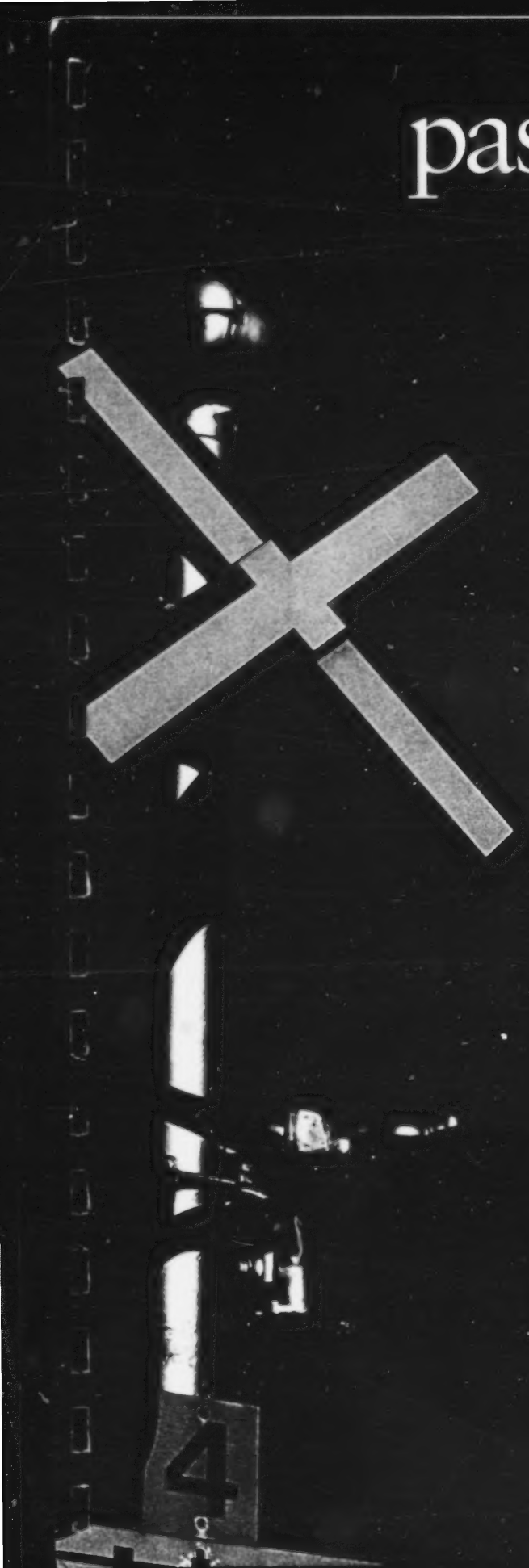
passages à niveau



TP 14517F

ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DE MÉTHODES AUTOMATISÉES DE RÉPRESSION DES INFRACTIONS AUX PASSAGES À NIVEAU

Préparé pour le
Centre de développement des transports
Transports Canada

par
TranSys Research Ltd.

Décembre 2005

Transports Canada Transport Canada

Canada

106-07478

TP 14517F

ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DE MÉTHODES AUTOMATISÉES DE RÉPRESSION DES INFRACTIONS AUX PASSAGES À NIVEAU

Préparé pour le
Centre de développement des transports
Transports Canada

par
TranSys Research Ltd.

Décembre 2005

TP 14517F

ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DE MÉTHODES AUTOMATISÉES DE RÉPRESSION DES INFRACTIONS AUX PASSAGES À NIVEAU

par

Gordon English et Joseph Murdock

TranSys Research Ltd.
Kingston, Ontario

Décembre 2005

AVIS

Les opinions et les vues exprimées dans ce rapport sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du Centre de développement des transports de Transports Canada ou des organismes parrains.

Le Centre de développement des transports et les organismes parrains n'ont pas l'habitude de citer des noms de produits ou de fabricants. S'ils le font ici, c'est simplement pour la bonne compréhension du texte.

Ce rapport n'utilise pas toujours les unités du Système international, étant donné que dans le secteur d'activités concerné, certaines unités impériales ont cours.

This report is also available in English: *Pilot evaluation of automated grade crossing signal enforcement*, TP 14517E.

© 2005 Gouvernement du Canada
(Centre de développement des transports de Transports Canada). Tous droits réservés.

Transports Canada Transport Canada

FORMULE DE DONNÉES POUR PUBLICATION

1. N° de la publication de Transports Canada	2. N° de l'étude	3. N° de catalogue du destinataire
TP 14517F	5363	

4. Titre et sous-titre	5. Date de la publication
Évaluation préliminaire de méthodes automatisées de répression des infractions aux passages à niveau	Décembre 2005
	6. N° de document de l'organisme exécutant
7. Auteur(s)	8. N° de dossier - Transports Canada
Gordon English et Joseph Murdock	2450-EP737
9. Nom et adresse de l'organisme exécutant	10. N° de dossier - TPSGC
TranSys Research Ltd. 682 Milford Drive Kingston, Ontario Canada K7M 6B4	MTB-3-00480
	11. N° de contrat - TPSGC ou Transports Canada
	T8200-033508/001/MTB
12. Nom et adresse de l'organisme parrain	13. Genre de publication et période visée
Centre de développement des transports (CDT) 800, boul. René-Lévesque Ouest Bureau 600 Montréal (Québec) H3B 1X9	Final
	14. Agent de projet
	Anthony Napoli

15. Remarques additionnelles (programmes de financement, titres de publications connexes, etc.)

Coparrainé par les partenaires financiers du Programme de recherche sur les passages à niveau de Direction 2006 : Association des chemins de fer du Canada, Canadien National, Canadien Pacifique, Via Rail Canada Inc., Alberta Transportation, le ministère des Transports de l'Ontario et le ministère des Transports du Québec

16. Résumé

Cette étude avait pour objectif de faire la démonstration de systèmes automatisés de photosurveillance et d'évaluer leur efficacité à améliorer la sécurité aux passages à niveau. Les travaux ont consisté à observer le comportement des conducteurs à un passage à niveau sans barrières muni de feux clignotants et d'une sonnerie (FCS), auquel un dispositif de photosurveillance avait été installé. Les observations ont été faites «avant» et «après» que l'on eut commencé à émettre des avertissements aux conducteurs qui avaient omis de s'arrêter. En conclusion, la photosurveillance s'est révélée efficace à réduire les comportements à risque au passage à niveau FCS sans barrières. Il est recommandé de modifier la réglementation et la technologie de photosurveillance, afin de mieux définir et détecter les infractions du type «arrêt-franchissement imprudent» aux passages à niveau FCS sans barrières. Il est également recommandé d'évaluer le rapport coût-efficacité de la technologie de photosurveillance par rapport à celui d'autres technologies.

17. Mots clés	18. Diffusion
sécurité aux passages à niveau, photosurveillance	Le Centre de développement des transports dispose d'un nombre limité d'exemplaires imprimés. Disponible également en ligne à www.tc.gc.ca/cdt/menu.htm

19. Classification de sécurité (de cette publication)	20. Classification de sécurité (de cette page)	21. Déclassification (date)	22. Nombre de pages	23. Prix
Non classifiée	Non classifiée	—	xiv, 56, ann.	Port et manutention

Transport Canada / Transports Canada

PUBLICATION DATA FORM

1. Transport Canada Publication No.	2. Project No.	3. Recipient's Catalogue No.
TP 14517F	5363	

4. Title and Subtitle	5. Publication Date
Évaluation préliminaire de méthodes automatisées de répression des infractions aux passages à niveau	December 2005
	6. Performing Organization Document No.

7. Author(s)	8. Transport Canada File No.
Gordon English and Joseph Murdock	2450-EP737

9. Performing Organization Name and Address	10. PWGSC File No.
TranSys Research Ltd. 682 Milford Drive Kingston, Ontario Canada K7M 6B4	MTB-3-00480
	11. PWGSC or Transport Canada Contract No.
	T8200-033508/001/MTB

12. Sponsoring Agency Name and Address	13. Type of Publication and Period Covered
Transportation Development Centre (TDC) 800 René Lévesque Blvd. West Suite 600 Montreal, Quebec H3B 1X9	Final
	14. Project Officer
	Anthony Napoli

15. Supplementary Notes (Funding programs, titles of related publications, etc.)

Co-sponsored by the funding partners of the Direction 2006 Highway-Railway Grade Crossing Research program: Railway Association of Canada, Canadian National Railway, Canadian Pacific Railway, VIA Rail Canada Inc., Alberta Transportation, Ministry of Transportation of Ontario, and the ministère des Transports du Québec

16. Abstract

The objective of this study was to demonstrate and evaluate the effectiveness of automated photo enforcement technologies in improving grade crossing safety. The scope of work involved observations of driver behaviour at a pilot installation of automated photo enforcement technology at a non-gated, flashing lights and bells (FLB) grade crossing. Observations were made before and after warning citations were issued for non-stopping violations. It was concluded that automated photo enforcement did reduce risky driver behaviour at the non-gated FLB crossing. It is recommended that both the regulations and automated photo enforcement technology be modified to facilitate the definition and enforcement of unsafe stop-and-go violations at non-gated FLB grade crossings. It is also recommended that the technology's cost effectiveness be assessed and compared with other alternatives.

17. Key Words	18. Distribution Statement
grade crossing safety, automated photo enforcement	Limited number of print copies available from the Transportation Development Centre. Also available online at www.tc.gc.ca/tdc/menu.htm

19. Security Classification (of this publication)	20. Security Classification (of this page)	21. Declassification (date)	22. No. of Pages	23. Price
Unclassified	Unclassified	—	xiv, 56, apps	Shipping/ Handling

REMERCIEMENTS

Les travaux réalisés en marge de ce projet ont bénéficié des conseils et des orientations d'un Comité de direction composé des personnes suivantes : Anthony Napoli (président), Centre de développement des transports de Transports Canada; Pierre Rasoldier, Ted Rewcastle et Bruce Kavanaugh, Direction générale de la sécurité ferroviaire de Transports Canada; Ross Etches, Jocelyn Tennison, Chris Batty et Lori Clapp, Comté de Strathcona; Serge Meloche, Ben Tessier, Al Erickson et Bob Hillier, Canadien National; Bob Clyne et Pierre Laforte, Alberta Infrastructure and Transportation; Ben Wilkowski, Gendarmerie royale du Canada; Steve McPherson, Rajna Tufegdzic et Gerry Emas de *Affiliated Computer Services* (ACS).

Notre rôle dans ce projet a été celui d'observateurs et d'évaluateurs. Nous remercions les principaux organismes responsables de la planification et de l'exécution du projet, soit Transports Canada, Alberta Infrastructure and Transportation, le Comté de Strathcona et ACS.

Merci à l'*Alberta Traffic Safety Foundation* et à l'*Alberta Centre for Injury Control and Research* pour leur participation financière. Merci aussi à ACS, qui a prêté le matériel utilisé pour le projet et a fourni le personnel nécessaire à la collecte des enregistrements vidéo et des photos d'infractions, et au traitement des avertissements.

Notre reconnaissance va également aux représentants du Canadien National et du Canadien Pacifique pour leur aide et leur coopération dans la préparation de l'essai.

Des remerciements tout particuliers vont à Gerry Emas d'ACS pour ses commentaires et la fourniture de données vidéo, à Doug Haliburton et Ken Ouelette du Canadien National pour la fourniture de données sur les trains, et à Gerald Wilde pour ses conseils.

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES PASSAGES À NIVEAU DE DIRECTION 2006

Cette étude fait partie du Programme de recherche sur les passages à niveau, une initiative parrainée par Transports Canada, les grandes sociétés ferroviaires canadiennes et plusieurs provinces. Ce programme constitue un des volets de Direction 2006, un projet coopératif lancé en 1996 dont le but était de diminuer de moitié, en dix ans, le nombre d'accidents aux passages à niveau.

PARTENAIRES FINANCIERS

Transports Canada
Association des chemins de fer du Canada
Canadien National
Canadien Pacifique
VIA Rail Canada Inc.
Alberta Infrastructure and Transportation
Ministère des Transports de l'Ontario
Ministère des Transports du Québec

SOMMAIRE

Les dispositifs automatisés de surveillance sont largement utilisés en Europe depuis les années 1970, et aux États-Unis et au Canada depuis les années 1980, pour veiller à l'application du code de la route. L'application de ces techniques aux passages à niveau est récente aux États-Unis. Cette étude avait pour but d'évaluer l'efficacité de la photosurveillance aux passages à niveau, en en faisant l'essai pour la première fois au Canada.

Lorsque par le passé on a mis à l'essai la photosurveillance à des passages à niveau, on s'est contenté de transférer telle quelle la technologie classique utilisée aux intersections routières. Cela ne posait pas de problème aux passages à niveau concernés, car ils étaient équipés de barrières ou de feux de circulation conventionnels. L'application de cette technologie à des passages à niveau à feux clignotants et sonnerie (FCS) et sans barrières accroît la marge d'amélioration possible du comportement sécuritaire des conducteurs, mais elle impose aussi des contraintes supplémentaires pour ce qui est des textes de loi à appliquer et de la technologie utilisée pour appliquer les lois.

En raison des termes stricts par lesquels est définie une intersection dans le règlement d'application de l'*Alberta Traffic Safety Act*, il n'était pas possible de remettre des contraventions aux conducteurs pendant l'essai. Seuls des avertissements pouvaient être remis aux propriétaires des véhicules détectés en train de commettre une infraction. Ces avertissements ont tout de même entraîné une diminution de 53 % des infractions du type «omission de s'arrêter», passant d'une moyenne de 8 %, pour la période «avant», à 4 % après que l'on eut commencé à remettre des avertissements. Les infractions du type «arrêt-franchissement» (le conducteur s'arrête puis franchit les voies ferrées en dépit du danger) n'étaient pas détectées par le dispositif, mais on ne mentionnait pas ce fait au cours du programme de sensibilisation. Au total, 10 % des conducteurs soit ont omis de s'arrêter soit se sont arrêtés et ont franchi les voies ferrées, malgré les feux rouges clignotants et le train qui arrivait. La moyenne pour la période d'observation «avant» était de 32 %. Ainsi, les avertissements ont entraîné une diminution de 69 % des deux types d'infractions combinés. En transposant ces données sur l'échelle de risque adoptée pour l'évaluation, on obtient une réduction de 61 % de l'indice de risque. Nous avons donc conclu que la photosurveillance a effectivement réduit les comportements à risque des conducteurs au passage à niveau FCS sans barrières.

Deux types d'infractions peuvent être commises aux passages à niveau équipés de feux clignotants et d'une sonnerie : omettre de s'arrêter quand le système d'avertissement est activé, et s'arrêter et franchir les voies ferrées, même lorsque cela est dangereux. La technologie utilisée pour l'essai peut détecter les véhicules qui ne s'arrêtent pas, mais elle n'offre pas de moyen de détecter automatiquement le deuxième type de comportement à risque. Nous recommandons de modifier la réglementation et la technologie de photosurveillance, afin de mieux définir et détecter les infractions du type «arrêt-franchissement imprudent», avant d'utiliser la technologie aux passages à niveau FCS sans barrières.

Beaucoup de véhicules accélèrent ou ralentissent aux passages à niveau, cela, souvent, autant pour adoucir l'effet de la bosse formée par la chaussée que par mesure de prudence. Par conséquent, les systèmes qui ne tiennent pas compte des infractions commises par les véhicules qui accélèrent/ralentissent auront un taux de répression plus faible. Nous recommandons que les administrations routières soient plus tolérantes pour ce qui est de la précision de la vitesse dans la détection des infractions du type «omission de s'arrêter», et que les fournisseurs assouplissent les

contraintes actuelles du logiciel, qui font que les véhicules qui accélèrent/ralentissent échappent à la détection.

Plusieurs manœuvres dangereuses et autres comportements attribuables à de la confusion ont aussi été notés chez les conducteurs pendant la période qui a immédiatement suivi l'installation du matériel. Ces observations soulignent l'importance d'adopter des lois qui formulent des attentes raisonnables à l'égard des conducteurs, et de mener des campagnes de sensibilisation qui énoncent clairement ce qui est exigé et ce qui est toléré (ou l'interprétation courante des lois) avant d'installer le matériel de photosurveillance.

Deux types de comportement à risque non reliés à des trains ont été exacerbés par la présence du système de photosurveillance, l'un qui consiste à dépasser une file de véhicules immobilisés et l'autre, à zigzaguer pour esquiver les boucles de détection dans la chaussée. Il serait possible de prévenir ces comportements en installant des boucles de détection dans les deux voies, plutôt qu'uniquement dans les voies d'entrée, comme on l'a fait au chemin de rang 232 (CR-232). Nous recommandons que, dans les applications futures de la technologie à des passages à niveau FCS sans barrières, des boucles de détection soient installées dans les voies d'entrée et de sortie.

La photosurveillance ne peut faire plus qu'appliquer la réglementation en vigueur. À cet égard, nous estimons que la réglementation doit prôner un juste équilibre entre prescription et tolérance, en forçant les conducteurs à avoir des comportements reconnus comme sécuritaires, tout en leur permettant de juger eux-mêmes de la façon dont ils doivent réagir aux diverses situations qu'ils peuvent rencontrer. Présentement, les dispositions réglementaires relatives aux passages à niveau varient d'une région à l'autre du Canada et de l'Amérique du Nord. Nous sommes d'avis que pour les situations complexes, il faut avoir quelques règles simples, et laisser les programmes de formation des conducteurs exposer les détails de tous les scénarios possibles. Mais on constate que la plupart des manuels de formation des conducteurs accordent très peu d'importance à la façon de réagir aux signaux des passages à niveau (quand ils n'ignorent pas carrément le sujet), malgré l'ensemble complexe de scénarios auxquels peut être confronté le conducteur, qui font appel à son interprétation et son jugement. Nous recommandons que Transports Canada encourage les provinces à produire des manuels de formation des conducteurs qui soulignent la diversité et la complexité des situations qui peuvent se présenter aux passages à niveau et qu'il élabore avec elles un libellé recommandé pour ces manuels, de même qu'un libellé pour la réglementation sous-jacente, au besoin. Il convient également de porter à l'attention du comité compétent du Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM) la nécessité d'harmoniser les réglementations. Nous recommandons que le CCATM poursuive la modification, et l'harmonisation, du contenu des manuels provinciaux de formation des conducteurs, ainsi que les protocoles d'examen des conducteurs pour ce qui a trait aux passages à niveau.

Nous recommandons en outre que le texte de la réglementation pose une deuxième contrainte relativement à la distance par rapport à la voie ferrée. Ainsi, en plus de prescrire au conducteur *d'arrêter son véhicule à au moins 5 m du premier rail*, elle devrait aussi prescrire un *maximum de 15 m*. Cela préviendrait les dépassements dans la file de véhicules et permettrait d'abaisser considérablement le seuil de vitesse du système de détection, assurant ainsi une répression plus uniforme et plus juste des infractions du type «omission de s'arrêter».

Les conséquences du dilemme qui se pose au moment où s'active le système d'avertissement à un passage à niveau (le conducteur est trop près pour s'arrêter en toute sécurité lorsque les FCS se déclenchent), pourraient miner l'effet global de la photosurveillance sur la sécurité. En effet,

l'introduction d'une pénalité pour une situation qui place déjà le conducteur devant un dilemme, risquerait d'aggraver les problèmes actuels de variation imprévisible de la vitesse sur les approches des passages à niveau. Si l'on devait continuer d'implanter la photosurveillance aux passages à niveau, nous recommandons que les conducteurs qui se situent dans la zone «critique» au moment où le système d'avertissement se déclenche puissent franchir les voies ferrées sans s'exposer à une amende, et que cela soit clairement mentionné dans les campagnes de sensibilisation, afin de minimiser les risques de collision par l'arrière. On pourrait utiliser la même formulation que pour le cas où les feux passent au jaune (les conducteurs doivent s'arrêter s'ils peuvent le faire en toute sécurité). Si la réglementation ne contient pas de telle disposition, nous recommandons que les systèmes de photosurveillance laissent un délai de grâce raisonnable.

Le rapport coût-efficacité de la photosurveillance aux passages à niveau FCS sans barrières doit être évalué et comparé à celui d'autres technologies qui visent à accroître la sécurité aux passages à niveau pour. Compte tenu des données colligées au passage à niveau du CR-232, le site serait idéal pour un essai de dispositifs à délai d'avertissement constant, ce qui permettrait d'obtenir un ensemble de données homogène à des fins de comparaison.

Il y aurait lieu d'évaluer la technologie de photosurveillance à des passages à niveau FCS sans barrières reconnus pour les comportements à risque des conducteurs. Par ailleurs, il est recommandé de réaliser des essais à plus long terme à un passage à niveau FCS sans barrières situé dans une province ou un territoire où la réglementation prévoit l'émission de contraventions justifiées par un système de surveillance, et permet aux conducteurs de franchir les voies lorsqu'ils peuvent le faire en toute sécurité. À notre connaissance, ce genre de réglementation n'existe nulle part présentement au Canada.

TABLE DES MATIÈRES

1 Introduction 1
1.1 Contexte 1
1.2 Objectifs 1
1.3 Plan du rapport 1

2 Revue des technologies 3
2.1 Détection de l'infraction 3
2.2 Identification du contrevenant et traitement de la contravention 6
2.2.1 Identification du contrevenant 6
2.2.2 Traitement de la contravention 6

3 Essais antérieurs à des passages à niveau 7
3.1 Programme pilote de l'Illinois 7
3.2 Metro Blue Line de Los Angeles 8
3.2.1 Effet sur la sécurité 8
3.2.2 Rapport du nombre de contraventions au nombre d'infractions 10
3.2.3 Définition d'une infraction 11
3.3 Ligne de trains de banlieue Metrolink de Los Angeles 11
3.4 Position de la FRA concernant la photosurveillance et le bannissement des klaxons de locomotive 12

4 Projet pilote du Comté de Strathcona 13
4.1 Chemin de rang 232 au point milliaire 257,14 de la subdivision Wainwright 13
4.2 Campagne d'information 14
4.3 Lancement du projet pilote de photosurveillance 16

5 Caractéristiques distinctives de la photosurveillance à un passage à niveau 19
5.1 Variation de la vitesse des véhicules routiers 19
5.2 Un avertissement sans *dilemme* 19
5.3 Application du Code de la route aux passages à niveau 21
5.3.1 Franchir les voies ferrées sans danger 22
5.3.2 Rôle de l'éducation 23
5.3.3 Recommandation concernant l'application de la loi dans les cas où le conducteur franchit les voies ferrées alors qu'il ne peut le faire en toute sécurité 24

6 Observations suscitées par les données recueillies 27
6.1 Caractéristiques des infractions 27
6.1.1 Vitesse des véhicules 27
6.1.2 Temps d'annonce écoulé 29
6.2 Caractéristiques de la circulation routière 31
6.3 Temps d'annonce des trains 33

7 Évaluation des performances 37
7.1 Effet sur la sécurité 37
7.1.1 Augmentation des incidents mettant en cause des véhicules routiers entre eux 37
7.1.2 Échelle de risque 38
7.1.3 Estimation de la fréquence des événements 39
7.2 Effet des panneaux d'avertissement sur le comportement des conducteurs 40

7.3 Effet de l'émission d'avertissements sur le comportement des conducteurs 43
7.4 Rapport coût-efficacité 46
7.4.1 Efficacité 46
7.4.2 Quantification des coûts 47

8 Conclusions et recommandations 51
8.1 Technologie 51
8.2 Mise en œuvre 51
8.3 Cadre législatif 52
8.4 Efficacité 53
8.5 Essais supplémentaires à des passages à niveau FCS sans barrières 53

RÉFÉRENCES 55

ANNEXES

A Communiqué de presse

B Questions et réponses

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Configuration du virage à gauche 9
Figure 2 Schéma de l'installation 13
Figure 3 Feuillet d'information utilisé au cours de la campagne de sensibilisation 15
Figure 4 Panneaux d'avertissement au CR-232 16
Figure 5 Entrevue sur le site 16
Figure 6 Première photo d'une infraction du type «omission de s'arrêter» 17
Figure 7 Deuxième photo d'une infraction du type «omission de s'arrêter» 17
Figure 8 Distribution des vitesses des contrevenants (axes nord-sud et sud-nord) 28
Figure 9 Distribution des vitesses pendant les 4,5 s de période de grâce 28
Figure 10 Temps d'annonce écoulé 29
Figure 11 Évolution des infractions, jours de semaine, axe sud-nord 30
Figure 12 Évolution des infractions, jours de semaine, axe nord-sud 30
Figure 13 Infractions selon le jour de la semaine 31
Figure 14 Variation du nombre de véhicules roulant vers le nord, les jours de semaine 31
Figure 15 Variation du nombre de véhicules roulant vers le sud, les jours de semaine 32
Figure 16 Variation du nombre de véhicules roulant vers le nord, les fins de semaine 32
Figure 17 Variation du nombre de véhicules roulant vers le sud, les fins de semaine 33
Figure 18 Distribution selon l'heure du jour des trains et des infractions 33
Figure 19 Distribution des temps d'annonce de l'arrivée du train, juin 2004 35
Figure 20 Risque en fonction du délai de sécurité 40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Comparaison des coûts des projets pilotes de l'Illinois 7
Tableau 2 Caractéristiques des sites et des technologies – Projets pilotes de l'Illinois 7
Tableau 3 Infractions selon la durée du temps d'annonce (mois de juin) 41
Tableau 4 Délai de sécurité – Conducteurs qui ont omis de s'arrêter (juin) 42
Tableau 5 Infractions selon la durée du temps d'annonce (mois de septembre) 42
Tableau 6 Délais de sécurité – Conducteurs qui ont omis de s'arrêter (septembre) 43
Tableau 7 Réduction des infractions du type «omission de s'arrêter» 43
Tableau 8 Infractions selon la durée du temps d'annonce (13 janvier-1er février 2005) 44
Tableau 9 Nombre d'infractions définies, par période 45
Tableau 10 Indicateurs potentiels d'exposition aux infractions 46
Tableau 11 Délais de sécurité pour toutes les infractions (janvier 2005) 47
Tableau 12 Comparaison des indices de risque 47
Tableau 13 Taux de validité des infractions détectées – novembre et décembre 49
Tableau 14 Coûts estimatifs 50

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ACS	Affiliated Computer Services
ASM	Mesure de sécurité «alternative» (*Alternative Safety Measure*)
CCATM	Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé
CN	Canadien National
CR	Chemin de rang
DAC	Délai d'avertissement constant
EE	Exploitation et entretien
FCS	Feux clignotants et sonnerie
FRA	Federal Railroad Administration (États-Unis)
GRC	Gendarmerie royale du Canada
ICE	Illinois Commerce Commission
ITE	Institute of Transportation Engineers
Mar	Marchandises
MBL	Metro Blue Line
MTA	Metropolitan Transportation Authority (Los Angeles)
SSM	Mesure de sécurité de substitution (*Substitute Safety Measure*)
VAN	Valeur actualisée nette
Voy	Voyageur

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte

Les dispositifs automatisés de surveillance sont largement utilisés en Europe depuis les années 1970, et aux États-Unis et au Canada depuis les années 1980, pour veiller à l'application du code de la route. L'application de ces techniques aux passages à niveau est récente aux États-Unis. L'installation d'un système automatisé d'application de la loi à un passage à niveau de la Metro Blue Line de Los Angeles County a mené à une diminution de 92 % des infractions, et d'autres rapports font état de réductions globales de 72 % du nombre de collisions.

De fait, les premiers résultats de l'installation californienne ont été tellement positifs que la Federal Railroad Administration (FRA) des États-Unis a vu dans la photosurveillance une solution de rechange plausible aux perfectionnements techniques nécessaires pour rendre acceptable le bannissement du sifflet des locomotives. Elle note toutefois que davantage de données sont nécessaires pour établir un lien entre la diminution des infractions et la diminution des collisions. D'autres essais sur le terrain peuvent contribuer à enrichir la base de données globale et permettre de mieux comprendre l'efficacité relative de la photosurveillance.

La photosurveillance des infractions «omission de se conformer à un feu rouge» et «vitesse excessive» a été mise en place avec succès en Alberta et dans le Comté de Strathcona au milieu des années 1990. Elle a été bien accueillie et elle s'est révélée efficace à réduire les infractions. Il n'existe présentement aucun dispositif de photosurveillance installé à un passage à niveau au Canada. La présente étude a pour but d'évaluer l'efficacité de la photosurveillance aux passages à niveau, en en faisant l'essai pour la première fois au Canada.

1.2 Objectifs

Étudier et faire la démonstration de systèmes automatisés de photosurveillance, et évaluer leur efficacité à améliorer la sécurité aux passages à niveau.

1.3 Plan du rapport

Ce rapport présente les résultats du projet pilote, y compris une discussion des technologies pertinentes et des caractéristiques particulièrement souhaitables pour leur mise en application à un passage à niveau. Il est divisé en sept chapitres.

Le chapitre 2 fait une revue des technologies.

Le chapitre 3 présente les grandes lignes de la recherche documentaire et discute des performances des différentes technologies mises en œuvre par le passé à des passages à niveau.

Le chapitre 4 présente le projet pilote du Comté de Strathcona.

Le chapitre 5 discute des différentes situations qui se présentent aux conducteurs aux passages à niveau.

Le chapitre 6 expose les observations suscitées par les données recueillies.

Le chapitre 7 fait une évaluation des effets de la photosurveillance sur le comportement des conducteurs.

Le chapitre 8 présente nos conclusions et recommandations.

2 REVUE DES TECHNOLOGIES

Les technologies réalisent trois fonctions :

- Détection de l'infraction
- Identification du contrevenant
- Traitement de la contravention

Chacune de ces fonctions est exposée tour à tour ci-après.

2.1 Détection de l'infraction

La détection d'une infraction suppose la détection de la présence d'un véhicule s'engageant dans une intersection. Un simple détecteur à boucle pourrait certes enregistrer qu'un véhicule s'est engagé dans une intersection, mais un critère d'équité exige habituellement que, pour qu'il y ait infraction, le véhicule s'engage complètement dans l'intersection à une vitesse suffisante pour indiquer que le conducteur n'avait aucune intention d'arrêter. C'est ainsi que la plupart des systèmes installés aux intersections routières enregistrent à la fois la présence et la vitesse. La preuve requise en cour nécessite normalement la prise de trois photos :

- une qui montre le véhicule derrière la ligne d'arrêt alors que le feu est rouge,
- une qui montre le véhicule qui s'est engagé dans l'intersection alors que le feu est toujours rouge,
- un plan rapproché de la plaque d'immatriculation du véhicule qui permet d'identifier le propriétaire inscrit du véhicule (certaines administrations exigent également une photo du visage du conducteur).

Parmi les autres renseignements inscrits sur la contravention, on note l'heure, l'endroit où l'infraction a été commise et la vitesse du véhicule.

Plusieurs technologies sont utilisées pour détecter une infraction. La plus courante est celle des boucles magnétiques. Des bandes piézoélectriques, des boucles vidéo et des dispositifs à laser ont aussi été utilisés.

Les boucles magnétiques noyées dans la chaussée sont largement utilisées pour la détection de véhicules à diverses fins. Un câble électrique en boucle détecte la masse métallique du véhicule qui passe dessus. Ces boucles sont choisies pour leur faible coût et leur facilité d'entretien. Pour adapter cette technologie à la tâche complexe de détection d'une infraction à un feu rouge, qui suppose la détection d'une présence et l'évaluation de la vitesse, on a conjugué deux boucles, qui sont interrogées l'une à la suite de l'autre par une interface informatique, laquelle détermine la présence, la vitesse et, dans certains cas, la signature magnétique du véhicule. Les systèmes de détection d'une infraction à un feu rouge doivent respecter une tolérance maximale de +/- 2 km/h pour ce qui est de la précision de la vitesse. Les fournisseurs prennent différents moyens pour respecter cette exigence. Ainsi, certains systèmes à boucles magnétiques comportent aussi des bandes piézoélectriques, qui ne sont pas complètement noyées mais plutôt encastrées dans la surface de la chaussée. Ces bandes détectent une présence en produisant un courant électrique lorsqu'elles sont déformées. Deux bandes adjacentes peuvent mesurer avec précision la vitesse à laquelle circule le véhicule qui

les franchit. Des boucles sont quand même nécessaires pour déterminer la longueur totale du véhicule, sans égard au nombre d'essieux. Compte tenu des coûts supplémentaires et de l'entretien qu'exigent les bandes piézoélectriques, certains systèmes à boucle utilisent un logiciel pour améliorer la mesure de la vitesse et pour exclure les infractions pour lesquelles la vitesse n'est pas connue avec précision.

Outre la vitesse excessive[1], on compte deux types d'infractions aux intersections. Dans ces deux cas, les exigences ne sont pas les mêmes en ce qui a trait à la précision de la vitesse mesurée. Voici ces deux types d'infractions :

1) celles où il est interdit de s'engager dans l'intersection;

2) celles où il est permis de s'engager, mais seulement après avoir fait un arrêt.

Dans la première situation, la vitesse est peu pertinente. Même avec une mesure approximative de la vitesse, il est possible de produire une preuve qu'un véhicule s'est engagé dans une intersection et l'a franchie pendant que le feu était rouge. Griller un feu rouge en continuant tout droit à une intersection routière et zigzaguer pour contourner les barrières à un passage à niveau sont des exemples de telles situations. La vitesse peut être considérée comme souhaitable en tant qu'élément de preuve. Ainsi, une vitesse élevée est un signe supplémentaire que le conducteur avait l'intention de traverser l'intersection (bien que la présence ou l'absence de feux de freinage sur la photo constitue aussi une preuve de l'intention du conducteur de s'arrêter ou non).

Supriyasilp et coll. ont évalué la précision avec laquelle le système à boucles de «*Precision Traffic Systems*» mesurait la vitesse, au cours de leurs travaux sur la photosurveillance aux feux rouges réalisés pour le compte de l'État de l'Alabama [Suriyasilp et coll., 2004]. Ils ont constaté qu'un degré élevé de précision n'est pas nécessaire. La loi de l'Alabama[2] exige que l'on ait une photo du véhicule derrière la ligne d'arrêt pendant que le feu rouge est visible, et une deuxième photo montrant le véhicule dans l'intersection. Le système à boucles était tout à fait capable de prendre ces deux photos.

> *L'étude a conclu que les boucles magnétiques utilisées pour déterminer la vitesse d'un véhicule qui grille un feu rouge étaient tellement près de la barre d'arrêt que le système était relativement insensible aux erreurs de mesure de la vitesse. Il pouvait tolérer une imprécision de 24,5 % de l'estimation de la vitesse sans que cela ait des répercussions sur l'identification du contrevenant. Or, le taux de précision du système était de beaucoup supérieur à cela.*

Ainsi, cette exigence d'une estimation précise de la vitesse que posent les administrations routières, n'est pas nécessaire : les systèmes de photosurveillance peuvent très bien détecter sans cela les véhicules qui omettent de s'arrêter. Or, du fait de cette exigence, les systèmes que l'on trouve sur le marché sont conçus de façon à exempter d'une contravention les véhicules dont la vitesse varie. Comme la vitesse du véhicule n'est pas pertinente pour la détection des infractions du type «omission de s'arrêter», et comme la prise en compte de la

---

1 Franchir un feu vert à une vitesse supérieure à la vitesse permise est une troisième infraction, et la plupart des systèmes de photosurveillance offrent cette troisième option.

2 Il existe des variations dans la définition de l'endroit où le véhicule doit se trouver au moment où il est photographié pour qu'il soit considéré à l'extérieur de l'intersection lorsque le feu rouge est activé.

vitesse mène à une réduction du nombre de contraventions valides, nous recommandons, à la section 5.1, que les administrations routières éliminent (ou assouplissent considérablement) cette exigence.

Dans la deuxième situation (où le conducteur peut poursuivre sa route mais doit d'abord s'arrêter), on doit obtenir une preuve que le conducteur ne s'est pas arrêté avant de continuer. Les virages à droite au feu rouge, aux intersections routières, et le franchissement des voies ferrées sans danger à un passage à niveau muni de feux clignotants, sont des exemples de cette situation. Dans de tels cas, il faut tenir compte de la possibilité qu'un véhicule s'arrête en amont du système de détection, pour ensuite accélérer au moment où il passe sur le capteur et s'engage dans l'intersection. La plupart des systèmes prévoient une tolérance de vitesse «non nulle», pour parer à cette situation. Là encore, il n'est pas aussi important de mesurer la vitesse avec précision que dans les cas d'infractions pour vitesse excessive, mais une estimation raisonnable de la vitesse pourrait s'avérer nécessaire pour convaincre les juges de l'intégrité de la technologie utilisée.

La technologie des boucles vidéo utilise un logiciel pour surveiller les véhicules à l'entrée et à la sortie de zones du champ de vision d'une caméra vidéo (par émulation de boucles virtuelles). Certaines administrations ont recours à cette technologie pour surveiller les intersections et détecter les infractions. Les projets pilotes menés à des passages à niveau à Los Angeles et en Illinois utilisaient la technologie des boucles vidéo. Dans les deux cas, on a constaté des problèmes de détection, qui semblent reliés aux véhicules qui contournent les barrières en décrivant une trajectoire parallèle aux voies ferrées, et aux longs véhicules qui effectuent un virage. Ainsi, lorsque les véhicules contournaient les barrières, le système avait du mal à distinguer les véhicules routiers des véhicules ferroviaires, ce qui conduisait à de fausses détections de véhicules ferroviaires. Quant aux problèmes reliés aux longs véhicules en virage, ils venaient du fait que ces véhicules ne s'engageaient pas complètement dans la zone circonscrite par les boucles virtuelles et qu'ils n'étaient donc pas détectés. Donc, la technologie des boucles vidéo n'a pas bien fonctionné dans ces scénarios. Mais le scénario du présent projet pilote est bien différent : les contrevenants franchissent l'intersection tout droit, dans une trajectoire perpendiculaire à celle des véhicules ferroviaires. On se trouve donc à l'abri des problèmes posés par les passages à niveau étudiés à Los Angeles et en Illinois.

La technologie des faisceaux laser a été utilisée pour la photosurveillance de la conformité à un feu rouge en Israël, en Allemagne et aux États-Unis. Cette technologie sert aussi à détecter la vitesse excessive. Des faisceaux laser infrarouges ont également été utilisés à des fins de photosurveillance à des passages à niveau de Jonesboro, en Arkansas, et de Ames, en Iowa [Lammert, 1999]. Dans toutes les applications à des passages à niveau, ils étaient combinés à un système numérique, qui téléchargeait les données. Le choix de cette technologie reposait davantage sur le fait qu'elle offrait l'accès à distance que sur la détection infrarouge. Plus encore, les détecteurs à infrarouge ont posé des problèmes par temps froid à Ames et ont été remplacés par des boucles magnétiques. À Jonesboro, toute l'installation a été abandonnée après que les images furent devenues floues et que l'on eut cessé de contrôler les performances du système à infrarouge.

2.2 Identification du contrevenant et traitement de la contravention

2.2.1 Identification du contrevenant

La technologie choisie par chaque administration dépend surtout des lois en vigueur et des préférences de l'organisme local d'application de la loi. Les prescriptions juridiques varient d'un endroit à l'autre – certaines exigent une vue avant et une vue arrière du véhicule, d'autres exigent une image du conducteur. Même lorsque les lois sont identiques, certains organismes d'application de la loi exigent des images vidéo en continu et une vérification «humaine» des images, pour établir la validité d'une contravention.

La technologie de photographie analogique utilise un appareil photo 35 mm chargé d'une pellicule standard que l'on doit récupérer et développer. Elle était supérieure à la technologie numérique disponible au moment où les premiers systèmes de photosurveillance ont été installés, soit à la fin des années 1980 et au début des années 1990. Bien que la technologie numérique ait évolué au point d'offrir des images d'une résolution comparable à celle des photos analogiques, les systèmes à pellicule standard existent toujours et ils continuent de représenter un choix économique pour certaines administrations.

Les images numériques fixes sont offertes en option par tous les fournisseurs, et elles sont l'unique choix lorsque le système est fondé sur la télésurveillance et le traitement automatique. Certaines administrations exigent des images vidéo d'une infraction. Une caméra vidéo numérique fait alors partie du système de surveillance. Le principal avantage des appareils numériques est l'économie du coût de développement; par contre, les appareils à pellicule sont moins coûteux à l'achat. Le choix entre la technologie numérique et la technologie analogique relève souvent d'une décision de gestion, qui peut varier d'un site à l'autre.

2.2.2 Traitement de la contravention

Il est important de traiter sans délai les dossiers d'infraction pour maximiser l'effet «éducatif» de la contravention. Un traitement rapide est également important pour l'acceptation par le public, surtout lorsque le système ne prend pas de photo du conducteur. Les systèmes numériques complètement automatisés, constitués d'appareils-photo numériques qui téléchargent leurs données au moyen d'un réseau sans fil ou câblé, sont de nature à accélérer les choses. Mais le contexte économique varie considérablement d'un endroit à l'autre et la décision tient souvent au fait que l'infrastructure de communications et le matériel de traitement centralisé ont déjà été mis en place pour d'autres fins. La question des compromis économiques est abordée à la section 3.1.

Certaines administrations interdisent le traitement automatique et exigent que la preuve photographique de chaque infraction soit analysée par un agent d'application de la loi avant qu'une contravention soit émise. Les enjeux associés à cette approche ne concernent pas uniquement les passages à niveau et ils ne sont pas traités dans le présent rapport.

3 ESSAIS ANTÉRIEURS À DES PASSAGES À NIVEAU

3.1 Programme pilote de l'Illinois

L'État de l'Illinois a réalisé quatre projets pilotes distincts [Illinois Commerce Commission, 2002]. Le tableau 1 présente une comparaison entre le coût d'achat/installation et les coûts d'exploitation annuels associés à trois des quatre systèmes déployés en Illinois. Les caractéristiques des quatre technologies et des quatre sites sont résumées au tableau 2.

Ces tableaux donnent lieu à deux observations. La première est que les trois systèmes pour lesquels l'information sur les coûts est disponible ont entraîné des coûts totaux semblables pour les 24 mois qu'a duré la démonstration. Le système de photographie analogique de Wood Dale, à récupération manuelle de la pellicule, représentait le coût initial le plus faible, mais cette économie était annulée par des coûts annuels d'exploitation plus élevés. L'avantage économique des appareils numériques et de l'accès à distance s'accentue avec la longévité de l'installation. Toutefois, comme les facteurs économiques sont liés à d'autres caractéristiques propres au site, il est impossible de généraliser dans un sens ou dans l'autre.

Tableau 1 Comparaison des coûts des projets pilotes de l'Illinois

Site	Début	Durée en mois jusqu'en déc. 2001	Coût du système installé ($US)	Coût d'EE sur 24 mois ($US)	Coût total ($US)	Contra-ventions émises	Verdicts de culpa-bilité	Revenus jusqu'en déc. 2001 ($US)
Naperville	Juil. 2000	18	277 000 $	19 200 $	296 200 $	719	635	129 715 $
Winfield	Mai 2002	0	265 350 $	78 766 $	344 116 $	0	0	0 $
Wood Dale	Déc.1999	11	110 000 $	192 000 $	302 000 $	762	355	120 095 $
Total		**29**	**652 350 $**	**289 966 $**	**942 316 $**	**1 481**	**990**	**249 810 $**

Source : Illinois Commerce Commission (ICC), 2002

Tableau 2 Caractéristiques des sites et des technologies – Projets pilotes de l'Illinois

Site	Fournis-seur	Technologie	Détection	Trains/jour (voy + mar)	Véhicules routiers / jour
Downers Grove	Proscan	Numérique (à distance)	s.o.	71 + 79	13 400
Naperville	SAIC	Numérique (à distance)	s.o.	147	9 100
Winfield	Nestor	Numérique (à distance)	Boucle vidéo	58 + 52	300
Wood Dale	ACS	Pellicule (récupération manuelle)	Boucle magnétique	58 + 17	32 000

La deuxième observation est que le site de Winfield, où passent très peu de véhicules, n'a donné lieu à aucune contravention. Cette expérience a amené l'ICC à prévenir les autres administrations qu'il est important de mener une étude de la circulation avant de mettre en œuvre un système, afin d'évaluer au préalable le nombre et la nature des infractions au Code de la route [Illinois Commerce Commission, 2002].

Le but de l'étude de l'Illinois était d'évaluer dans quelle mesure la photosurveillance pouvait représenter une solution de remplacement acceptable, sur le plan de la sécurité, aux klaxons de locomotive. De nombreuses villes de l'Illinois souhaitent éviter de perdre leurs «zones de tranquillité», ce à quoi elles sont exposées si le gouvernement fédéral adopte un projet de loi qui obligerait les mécaniciens de locomotives à actionner leur klaxon à tous les passages à niveau, sauf à ceux où des dispositions techniques précises ont été prises pour prévenir les infractions aux passages à niveau avec barrières [U.S. DOT/FRA, 2003]. Dans une telle perspective, voici ce que l'ICC a conclu :

> [TRADUCTION]
> *Bien que la photosurveillance se soit révélée efficace à prévenir les infractions, les coûts actuels de telles installations constituent un obstacle majeur à leur utilisation à la grandeur de l'État. Par contraste, là où c'est possible, un séparateur de sens, qui coûte en moyenne 60 $ à 70 $ le pied (ou 12 000 $ à 14 000 $ pour un passage à niveau type), est beaucoup moins coûteux que les systèmes de photosurveillance et peut offrir une efficacité comparable. On peut penser que la photosurveillance ne sera mise en œuvre qu'à certains passages à niveau présentant un risque élevé, où des collisions se sont déjà produites.* [Illinois Commerce Commission, 2002]

L'opinion exprimée ci-dessus concerne les passages à niveau avec barrières, où un séparateur de sens peut être installé pour empêcher les conducteurs de contourner les barrières. Dans le cas des passages à niveau sans barrières, l'utilisation de la photosurveillance pourrait être plus économique que l'installation de barrières et de circuits de voie à délai d'avertissement constant. La présente étude a recueilli des données sur l'efficacité des systèmes de photosurveillance à un passage à niveau à feux clignotants et sonnerie (FCS) sans barrières; mais toute comparaison avec d'autres méthodes dépassait la portée de l'étude.

3.2 Metro Blue Line de Los Angeles

La Metropolitan Transportation Authority (MTA) de Los Angeles est responsable de l'une des premières et des plus concluantes applications de la technologie de photosurveillance aux passages à niveau. La photosurveillance représentait un moyen non seulement de s'attaquer à un problème de sécurité reconnu, mais aussi de maintenir le bannissement des klaxons de locomotive, comme c'était le cas pour l'étude de l'Illinois, décrite à la section 3.1.

Les projets pilotes et les données accidentologiques ont fait l'objet d'un rapport préparé par Meadow pour le compte du Département des Transports de Californie [Meadow, 1993]. Beaucoup des problèmes de sécurité sont propres à cette ligne ferroviaire, mais certaines des caractéristiques qui posent problème se retrouvent aussi ailleurs. Les systèmes étaient installés sur une nouvelle ligne de trains légers implantée, sur une partie de son parcours, sur la même emprise qu'une ligne de transport de marchandises, et bordée de part et d'autre par deux grandes artères, sur la plupart de son parcours.

3.2.1 Effet sur la sécurité

Pendant les trois premières années d'exploitation de la Metro Blue Line (MBL), on a enregistré 20 collisions véhicule-train aux 23 passages à niveau avec barrières de la MBL, qui ont fait 4 morts parmi les occupants des véhicules. Un nombre encore plus élevé de collisions

ont eu lieu aux croisements de la MBL avec des rues[3]. La plupart des collisions train-véhicule résultaient de virages à gauche interdits à des intersections routières normales avec feux, sur les tronçons de la ligne de trains légers qui suivait le boulevard entre deux grandes artères. La plupart des accidents mortels dits «pertinents» (qui n'impliquaient pas des piétons et n'étaient pas des suicides) survenus aux passages à niveau avec barrières étaient attribuables à l'arrivée d'un deuxième train. Ces tronçons se trouvaient sur la même emprise qu'une ligne de trains de marchandises circulant à basse vitesse et suivaient deux grandes artères, situées de chaque côté. Les problèmes étaient le fruit d'une combinaison de facteurs : configuration du passage à niveau, trains circulant à des vitesses différentes, nouvelle ligne de trains de voyageurs.

La figure 1 illustre un passage à niveau avec barrières, où les voitures qui tournent à gauche peuvent facilement passer entre les barrières. Souvent, le conducteur peut voir un train de marchandises lent (10 mi/h) s'approcher du passage à niveau. Mais il ne peut pas toujours voir le train de voyageurs plus rapide (55 mi/h) qui arrive sur l'autre voie ferrée, soit qu'il est caché par le train de marchandises, soit qu'il surgit à la dernière minute, en raison d'une mauvaise ligne de visibilité. Beaucoup des accidents mortels étaient dus à ce type de scénario mettant en scène un deuxième train.

Les intersections routières présentent une situation semblable. Les barrières illustrées à la figure 1 sont inexistantes sur les tronçons qui longent simplement les artères routières; une flèche rouge vers la gauche est utilisée pour empêcher les conducteurs d'effectuer des virages à gauche. Là encore, il se peut que le conducteur, ne voyant pas de véhicule arriver sur la route à sens unique, à gauche, s'engage dans son virage sans se rendre compte qu'un train arrive derrière lui, sur la ligne de trains légers.

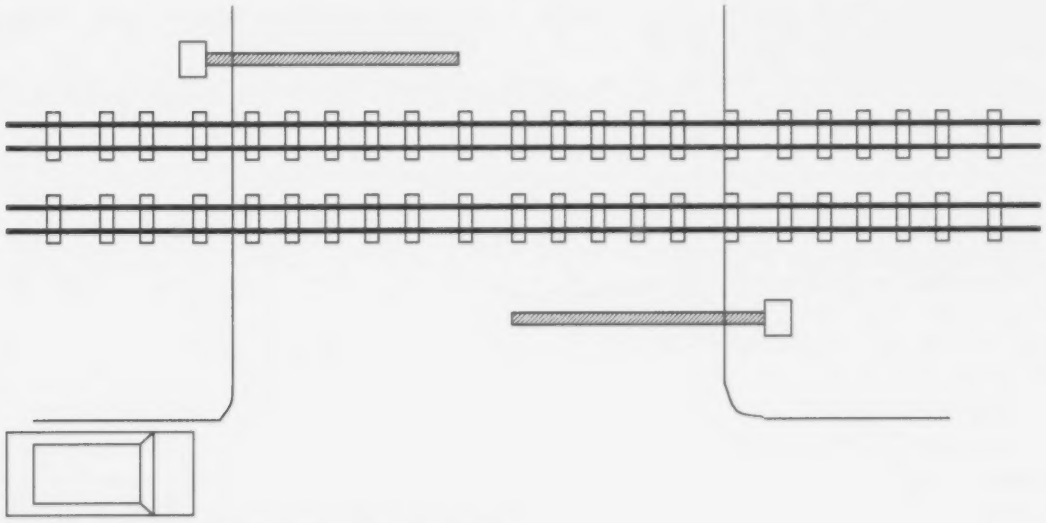


Figure 1 Configuration du virage à gauche

3 En tant que ligne de tramways, elle traverse des intersections pourvues de feux de signalisation routière plutôt que de systèmes d'avertissement pour passages à niveau.

Après un blitz de surveillance policière et une campagne de sensibilisation à la sécurité, la MTA a mis à l'essai quatre dispositifs de photosurveillance à quatre sites le long de la MBL, soit deux à des passages à niveau avec barrières et deux à des croisements routiers avec virages à gauche réglementés par des feux. Les deux passages à niveau avec barrières étaient situés près du palais de justice, ce qui facilitait le traitement des contraventions. Tous deux se caractérisaient par de faibles taux d'accidents, mais des taux d'infraction élevés. Les systèmes de photosurveillance se sont révélés très efficaces à réduire les infractions – les taux d'infraction sont passés d'une à l'heure à une aux 12 heures à un site, et de 0,5 à l'heure à 0,11 à l'heure, à l'autre site. Le faible taux d'accidents à ces passages à niveau ne permet pas d'évaluer l'effet de la photosurveillance sur la sécurité. Toutefois, après l'essai pilote, la MTA a installé des systèmes de photosurveillance à 17 autres passages à niveau avec barrières. Le taux d'accidents à tous les passages à niveau avec barrières s'établissait à 0,48 par mois en moyenne au cours des 4,5 premières années de la nouvelle ligne de trains légers, comparativement à 0,3 par mois en moyenne au cours des 2,5 années qui ont suivi la mise en place du programme élargi de photosurveillance. L'installation des appareils-photo s'est faite progressivement sur une période de deux ans et un passage à niveau avec barrières sur deux, en moyenne, était équipé d'un système de photosurveillance. Le fournisseur des systèmes précise que les accidents survenus aux passages à niveau avec barrières au cours des 2,5 ans ont eu lieu à des endroits non équipés d'appareils-photo opérationnels. Certes, la réduction du taux d'accidents découle du vaste programme d'amélioration de la sécurité mis en place par la MTA, mais la présence des systèmes de photosurveillance y est sûrement pour quelque chose.

Aux intersections routières normales (sans barrières), les systèmes se sont révélés moins efficaces à réduire les infractions – le nombre de celles-ci est passé de 2 à l'heure à 1,34 à l'heure. Malgré des taux d'infraction et d'accidents élevés à ces intersections, la faible vitesse des trains sur ces tronçons a contribué à un rapport morts/accident plus faible que sur les tronçons à plus grande vitesse jalonnés de passages à niveau avec barrières. De fait, aucun accident mortel n'a été signalé sur les tronçons routiers de la ligne au cours des sept années d'exploitation examinées.

3.2.2 Rapport du nombre de contraventions au nombre d'infractions

Les systèmes pilotes ont mené à un rapport moyen de 29 contraventions émises pour 100 infractions enregistrées, ce pourcentage variant entre 10 % et 47,7 %. Environ 40 % des infractions sont demeurées sans suite parce que le système n'avait pas pris une bonne photo du conducteur. Une telle lacune ne porte pas à conséquence lorsque la réglementation n'exige pas de photo du conducteur. Environ 20 % n'ont pu être traitées, pour diverses raisons qui n'avaient rien à voir avec le système comme tel. La raison principale était l'absence de plaque d'immatriculation à l'avant du véhicule. Il serait possible de résoudre ce problème en installant un deuxième appareil qui photographierait à tout coup la plaque arrière. Mais cette mesure ne résoudrait pas le problème là où l'on exige des photos des plaques avant *et* arrière. Enfin, environ 5 % des photos prises ont été jugées non représentatives d'une infraction, et 5 % des infractions n'ont pas donné lieu à l'émission d'une contravention, en raison d'une décision de principe.

Ces motifs d'exclusion, dits de «décision de principe», visaient toute infraction survenue plus de 99,9 secondes après l'activation du système d'avertissement. Le système ne permettait pas de déterminer si les barrières étaient en état de fonctionner ou non. Il a donc été décidé de

tenir pour acquis qu'au bout de 99,9 secondes, soit le train s'était immobilisé, soit les barrières fonctionnaient mal. Un autre motif d'exclusion visait toutes les infractions mettant en cause des voitures de police. Une attention particulière a été accordée aux infractions commises par des autobus d'écoliers et des véhicules de transport en commun, afin d'être bien sûr qu'une contravention était véritablement justifiée.

3.2.3 Définition d'une infraction

Outre les infractions commises après un délai d'avertissement de 99,9 secondes, ont aussi été exclus les véhicules qui franchissaient le passage à niveau dans les 5 secondes suivant l'activation du système d'avertissement. Ce délai a plus tard été porté à un minimum de 6 secondes sur l'ensemble du réseau, ce qui tient compte des circonstances particulières associées à la présence de routes parallèles, de chaque côté de l'emprise ferroviaire. Ainsi, il se peut que des véhicules se trouvent sur l'approche du passage à niveau pour effectuer un virage à gauche et qu'ils attendent que la route soit libre, de l'autre côté des voies ferrées. Il fallait donc donner assez de temps à ces véhicules pour franchir le passage à niveau. Ce délai permet aussi d'être sûr que les barrières ont été activées et qu'elles sont visiblement en train de s'abaisser, car, en l'absence de barrières, les conducteurs peuvent, en toute légalité, franchir les voies ferrées en présence de feux clignotants, s'ils estiment pouvoir le faire en toute sécurité. De même, aucune contravention n'a été émise dans le cas de conducteurs qui passaient sous une barrière qui n'avait pas fini de remonter, après le passage d'un train. Un seuil de vitesse de 5 mi/h (8 km/h) a été imposé pour éliminer les véhicules «immobilisés en raison de la congestion routière ou d'autres facteurs».

3.3 Ligne de trains de banlieue Metrolink de Los Angeles

L'essai de la photosurveillance sur la ligne de trains de banlieue du Los Angeles County s'est avéré moins concluant que l'essai mené sur la ligne de tramways. Metrolink a installé des dispositifs de photosurveillance à deux intersections achalandées. Le premier a été mis en œuvre au passage à niveau du boulevard Van Nuys, une artère empruntée par 22 000 véhicules par jour en moyenne, et traversée par 28 trains par jour, en semaine. Le deuxième système a été installé tour à tour au passage à niveau de l'avenue Chestnut, une rue collectrice empruntée par une moyenne de 7 000 véhicules par jour et traversée par 72 trains par jour, les jours de semaine, et à celui de la rue Goodwin, une rue résidentielle empruntée par 4 600 véhicules par jour en moyenne et traversée par 76 de trains par jour, en semaine.

Comparativement aux sites de la ligne de trains légers, où survenait une infraction à l'heure, on n'a enregistré qu'une infraction aux deux jours aux passages à niveau de la ligne de trains de banlieue. Les infractions étaient enregistrées sept secondes après le déclenchement des dispositifs d'avertissement. Selon le commentaire de la FRA sur la photosurveillance, qui forme une partie de sa règle finale provisoire visant les klaxons de locomotive [U.S. DOT/FRA, 2003] :

> [TRADUCTION]
> *Au cours de la période de référence initiale (d'un mois), on a enregistré une moyenne de 0,5 infraction par jour aux sites d'essai. À la fin de la période de photosurveillance, ce taux était de 0,46, ce qui représente une diminution de 8 %. Selon Metrolink, 96,5 % des infractions se produisaient avant l'expiration des douze secondes nécessaires à*

l'abaissement complet des barrières. Metrolink a conclu que la plupart des automobilistes veulent battre de vitesse non pas les trains, mais les barrières.

3.4 Position de la FRA concernant la photosurveillance et le bannissement des klaxons de locomotive

Dans sa règle finale provisoire visant les klaxons de locomotive [U.S. DOT/FRA], la FRA désigne la photosurveillance comme une mesure de sécurité «alternative» (ASM, *Alternative Safety Measure*) plutôt que comme une mesure de sécurité de substitution (SSM, *Substitute Safety Measure*), pour les collectivités qui souhaitent faire interdire le sifflement des trains. La différence entre les deux types de mesures est la suivante : les SSM sont des solutions techniques approuvées, considérées comme efficaces pour remplacer le sifflement des trains à n'importe quel passage à niveau, tandis que les mesures de sécurité dites alternatives sont des solutions qui ne reposent pas sur la technique, dont l'efficacité doit être mesurée au cas par cas.

La FRA exige que les collectivités qui installent des systèmes de photosurveillance à titre de ASM évaluent périodiquement l'efficacité de ces mesures (tous les deux trimestres civils) afin de démontrer que le système constitue toujours une solution de rechange efficace aux klaxons de locomotive. La FRA estime que l'efficacité des systèmes de photosurveillance à réduire les collisions et les infractions affiche un rapport de 0,78, d'après les résultats de l'étude pilote sur la ligne de tramways Metro Blue Line réalisée pour le compte de la MTA de Los Angeles [Meadow, 1993].

4 PROJET PILOTE DU COMTÉ DE STRATHCONA

4.1 Chemin de rang 232 au point milliaire 257,14 de la subdivision Wainwright

Ce passage à niveau a été choisi comme site pilote en raison du grand nombre d'infractions du type «omission de s'arrêter» qui s'y produisent. Le chemin de rang 232 (CR-232) est une route à deux voies sur laquelle la vitesse permise est de 70 km/h. Il dessert diverses industries locales établies au nord de Sherwood Park, dans le Comté de Strathcona. Cette route est surtout empruntée par les employés des industries et par les camions qui desservent ces industries. Le passage à niveau appartient à la subdivision Wainwright du Canadien National (CN). Il s'agit d'une ligne principale à voie unique, qui comporte des embranchements industriels à l'est du CR-232 et qui décrit une traversée oblique avec une voie du Canadien Pacifique. Elle a également sa propre cour de triage à l'ouest du passage à niveau.

Le passage à niveau est muni d'un système de protection automatisé, constitué de feux clignotants et d'une sonnerie, mais il est sans barrières. Le CN a fourni des données numériques sur l'activation du système d'avertissement FCS, telles qu'enregistrées par son matériel de commande monté dans la guérite de signalisation adjacente au passage à niveau.

La société *Affiliated Computer Services* (ACS) a fourni le matériel de photosurveillance nécessaire au projet pilote. Ce sont aussi ses employés qui se sont occupés de télécharger les données recueillies concernant les infractions, de récupérer les enregistrements vidéo du passage à niveau et d'émettre les avertissements au cours de la dernière phase de l'étude. Le système d'ACS comportait des boucles magnétiques et un appareil-photo analogique. La figure 2 présente un schéma de l'installation au CR-232.

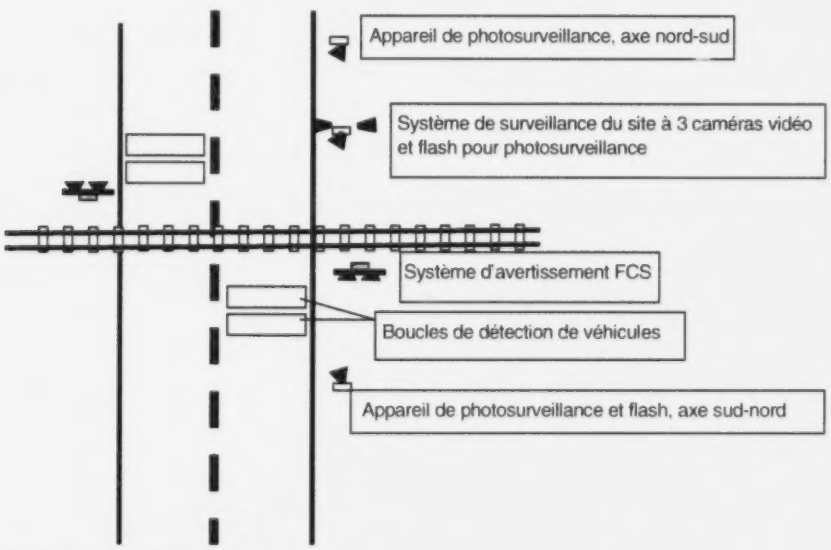


Figure 2 Schéma de l'installation

Le système comprenait non seulement des appareils-photo pour documenter les infractions, mais aussi trois caméras vidéo numériques qui se mettaient en marche dès que le système

d'avertissement était déclenché, pour prendre des images des trains et des véhicules routiers à l'approche du passage à niveau.

Dans d'autres projets pilotes à des passages à niveau, les chercheurs se sont contentés d'appliquer telle quelle la technologie classique utilisée pour réprimer les infractions aux feux rouges. Cela ne posait pas de problème aux passages à niveau munis de barrières ou de feux de circulation classiques. Le choix d'un passage à niveau sans barrières pour le projet pilote du Comté de Strathcona accroît la marge d'amélioration possible du comportement sécuritaire des conducteurs, mais elle impose aussi des contraintes supplémentaires pour ce qui est des textes de loi à appliquer et de la technologie utilisée pour appliquer les lois. Ces questions sont abordées au chapitre 5.

4.2 Campagne d'information

Avant de commencer à émettre des avertissements aux contrevenants, le Comté de Strathcona et la Gendarmerie royale du Canada (GRC) ont lancé une campagne d'information qui comprenait les trois éléments suivants :

1. Feuillet d'information
2. Panneaux routiers
3. Communiqué de presse

Feuillet d'information
Une carte ou un feuillet d'information était remis aux automobilistes qui empruntaient régulièrement la route. La GRC s'était chargée de distribuer ces documents en communiquant directement avec les trois principales industries desservies par le CR-232. Le contenu du feuillet est présenté à la figure 3.

Panneaux d'avertissement sur les approches routières
Deux panneaux ont été installés sur chacune des approches routières menant au passage à niveau, une semaine avant que l'on commence à remettre des avertissements aux auteurs des infractions détectées. Le premier panneau avancé, portant l'inscription *Flashing red means stop [Feu rouge clignotant = Arrêt]*, était suivi d'un autre panneau, portant un message plus détaillé :*Flashing red means stop...WAIT until the train has passed or stopped and it is safe to proceed [Feu route clignotant = Arrêt obligatoire complet...ATTENDRE que le train soit passé ou immobilisé et que la voie soit libre avant de repartir]*, situé plus près du passage à niveau (voir la figure 4).

Communiqué de presse
De plus, une semaine avant le début de l'émission d'avertissements, une campagne médiatique a eu lieu. Un communiqué (voir l'annexe A) a été envoyé aux médias locaux, dans lequel ils étaient invités à faire écho à l'événement et à adresser leurs questions à la GRC (voir la figure 5).

Outre le communiqué officiel et les entrevues accordées par la GRC à des journalistes, un document de type «questions et réponses» a été rédigé à l'intention de quiconque pouvait être appelé répondre à des questions sur le projet (voir l'annexe B).

C'est la loi

Quiconque omet d'arrêter complètement son véhicule lorsque les feux clignotent à un passage à niveau commet une infraction au Code de la route. Le paragraphe 42(2) de la *Use of Highway and Rules of the Road Regulation* de l'Alberta stipule ce qui suit :

Lorsqu'un train s'approche d'un passage à niveau, le conducteur d'un véhicule qui s'approche du passage à niveau doit

a) arrêter son véhicule à au moins 5 m du premier rail

b) attendre, avant de repartir et de s'engager sur le passage à niveau, que le train ait franchi le passage à niveau ou qu'il se soit immobilisé, et que le véhicule puisse traverser sans danger le passage à niveau.

Notez également que quiconque omet de s'arrêter lorsque les feux clignotent est passible d'une amende de 230 $.

C'est une question de sécurité

De 1998 à 2002, en Alberta, 25 personnes ont été tuées et 179 ont été blessées dans des collisions entre trains et véhicules routiers.

Beaucoup d'automobilistes ont du mal à évaluer la vitesse des trains, sous-estimant celle-ci la plupart du temps.

Beaucoup de collisions mettent en cause les habitués d'un passage à niveau. Les trains ne sont pas toujours à l'heure, et des trains facultatifs peuvent se présenter à toute heure.

Beaucoup de collisions se produisent à des passages à niveau à plusieurs voies. Soyez très attentif. Outre le train qui vient de passer ou qui est arrêté, il y a peut-être un autre train qui arrive.

Le projet pilote de photosurveillance à un passage à niveau : une première au Canada

Ces dernières années, des appareils-photo de surveillance ont été installés à de grandes intersections routières. Dans le Comté de Strathcona, aux intersections équipées de ces dispositifs, on a enregistré une diminution des collisions, des conducteurs qui grillent les feux rouges et des vitesses excessives. Ainsi, la combinaison de la sensibilisation, de la technologie et de la répression produit un effet.

Maintenant, pour déterminer s'il est possible d'obtenir des résultats semblables aux passages à niveau, des appareils-photo ont été installés en bordure des approches nord et sud du chemin de rang 232 qui croise la voie du CN au nord de la route 16.

Ces appareils photographient les véhicules qui omettent de faire un arrêt lorsque les feux rouges clignotent.

Depuis que les appareils ont été installés à cet endroit, en octobre 2003, on a enregistré une moyenne de 113 automobilistes par mois qui ne s'arrêtaient pas devant les feux rouges clignotants.

Dorénavant, des avertissements seront envoyés par la poste aux propriétaires des véhicules qui ne se seront pas arrêtés à des feux rouges clignotants. Ces avertissements ont pour but de sensibiliser les conducteurs aux comportements à adopter pour respecter le Code de la route et pour leur propre sécurité.

Pour plus d'information

467-7741 – GRC, Comté de Strathcona

Nos partenaires

Les organisations suivantes sont heureuses de participer au projet pilote :

Transports Canada / Transport Canada
ACS
Alberta Transportation
CN
RCMP GRC
Strathcona County
Canadian Pacific Railway
Alberta Centre for Injury Control & Research

Octobre 2004

Figure 3 Feuillet d'information utilisé au cours de la campagne de sensibilisation

Figure 4 Panneaux d'avertissement au CR-232

Figure 5 Entrevue sur le site

4.3 Lancement du projet pilote de photosurveillance

L'avertissement qui était envoyé aux propriétaires de véhicules fautifs ressemblait à une contravention. Il comprenait des preuves photographiques : une photo du véhicule derrière la ligne d'arrêt avec le feu rouge activé et une deuxième photo du véhicule en train de franchir la voie ferrée alors que les feux clignotants étaient toujours activés. Deux exemples de photos prises au site du CR-232 sont présentés aux figures 6 et 7. L'heure et la date apparaissent dans le haut de la photo. Le temps écoulé depuis l'activation des feux clignotants est indiqué à droite, et la deuxième photo indique aussi la vitesse du véhicule (64 km/h) ainsi que le temps écoulé depuis la première photo (0,6 s).

Figure 6 Première photo d'une infraction du type «omission de s'arrêter»

Figure 7 Deuxième photo d'une infraction du type «omission de s'arrêter»

5 CARACTÉRISTIQUES DISTINCTIVES DE LA PHOTOSURVEILLANCE À UN PASSAGE À NIVEAU

À beaucoup d'égards, la photosurveillance à un passage à niveau ne se distingue guère de la même technique appliquée à la répression des infractions aux feux rouges et des vitesses excessives. Et le choix du Comté de Strathcona pour le projet de démonstration est judicieux, car beaucoup des principes généraux de l'application automatisée de la loi y sont déjà appliqués. De fait, l'essai pilote porte sur les problèmes particuliers qui se posent lors du transfert de la technologie à un passage à niveau.

Bien sûr, il fallait dans un premier temps cerner la législation habilitante et le cadre législatif de la photosurveillance, ce qui a été fait au cours de la première phase du projet (dont rend compte un document de travail inédit). La protection des renseignements personnels, les règlements provinciaux, le cadre institutionnel et les éléments politiques liés au concept général de la photosurveillance figurent parmi les questions examinées au cours de cette phase. Ainsi, nous nous penchons sur quelques-unes des grandes différences qui existent entre l'application du Code de la route aux passages à niveau et son application aux intersections routières.

5.1 Variation de la vitesse des véhicules routiers

Beaucoup de véhicules accélèrent ou ralentissent aux passages à niveau, souvent pour adoucir l'effet de la bosse formée par la chaussée; mais certains ralentissent aussi par prudence, pour vérifier si un train arrive. Par conséquent, les systèmes qui ne tiennent pas compte des infractions commises par les véhicules qui accélèrent/ralentissent auront un taux de répression plus faible que ceux qui peuvent utiliser des données approximatives. Comme il s'est avéré qu'il n'est pas nécessaire d'être très précis pour recueillir la preuve exigée (voir la section 2.1), nous recommandons que les administrations routières assouplissent leurs exigences relativement à la précision de la vitesse dans le cas des infractions par «omission de s'arrêter», et que les fournisseurs assouplissent les contraintes actuelles du logiciel, qui font que les véhicules qui accélèrent/ralentissent échappent à la détection.

5.2 Un avertissement sans *dilemme*

Luedtke a déterminé qu'une période de changement de feux dite «sans dilemme», conforme aux lignes directrices de l'Institute of Transportation Engineers (ITE), est l'une des clés du succès de la surveillance automatisée aux intersections avec feux [Luedtke, 2001]. Selon le chercheur, il faut fermer la porte à toute règle informelle et à toute possibilité d'interprétation lorsque l'on fixe la durée de la phase de pré-avertissement (c.-à-d. du feu jaune). Or, cela pose un problème dans le cas des passages à niveau. Il est peut-être facile de déterminer la durée d'une période intermédiaire, mais il est plus difficile de la mettre en application. Une différence essentielle entre les intersections routières et les passages à niveau est l'absence de pré-avertissement dans le deuxième cas. Il n'y a pas, aux passages à niveau, une phase intermédiaire, ou de pré-avertissement, soit l'équivalent du feu jaune des intersections routières. Les automobilistes qui sont tout près du passage à niveau lorsque les feux commencent à clignoter sont en face d'un dilemme : arrêter (sachant qu'ils ne peuvent le faire de façon sécuritaire et/ou en douceur) ou continuer leur route et commettre une infraction.

Le délai jusqu'à l'activation de la barrière, lorsque barrière il y a, pourrait être interprété comme une période de pré-avertissement compatible avec l'énoncé du droit, et a été désigné tel dans les installations de Los Angeles. Toutefois, amener le public à avoir cette interprétation n'est pas chose facile[4]. La difficulté est d'autant plus grande que le pré-avertissement que représentent les feux rouges clignotants aux passages à niveau avec barrières ne rime à rien lorsque le passage à niveau est sans barrières, et que le libellé de la loi ne laisse aucune latitude.

Le dilemme auquel est confronté le conducteur lorsque est activé le système d'avertissement à un passage à niveau a des conséquences qui vont au delà de l'acceptation par la population et de la validité/justesse des amendes; il pourrait influer sur l'effet global sur la sécurité des systèmes automatisés de surveillance. La mise en place d'une sanction pour une situation qui déjà place le conducteur devant un dilemme pourrait exacerber les problèmes actuels de variation imprévisible de la vitesse sur les approches des passages à niveau. L'absence de pré-avertissement aux passages à niveau est un des facteurs qui entraînent les statistiques d'accidents à la hausse aux passages à niveau. Schoppert et Hoyt ont été les premiers à constater le fait que deux tiers des accidents qui se produisent à des passages à niveau ne mettent en cause aucun train, mais sont plutôt dus à l'incertitude du conducteur et aux vitesses différentes auxquelles roulent les véhicules qui s'approchent du passage à niveau [Schoppert et Hoyt, 1968]. Dodson a obtenu des chiffres semblables lors d'une mise à jour de cette étude, effectuée en 1989, et d'une évaluation des effets de la politique d'arrêt obligatoire qui régit les autobus d'écoliers, menée en 1996 [Dodson, 1997].

Golob et coll. ont constaté que la mise en place de la surveillance automatisée des infractions aux feux rouges à San Diego a entraîné une augmentation des collisions par l'arrière [Golob et coll., 2003]. De fait, l'augmentation des collisions par l'arrière, au début de la photosurveillance, a quasi compensé la réduction de 40 % des collisions avec impact latéral. Toutefois, les collisions avec impact latéral causent plus souvent des blessure que les collisions par l'arrière (46,4 % comparativement à 33,7 %). Au total, la surveillance automatisée comporte un avantage net, mais les auteurs servent la mise en garde suivante :

> *l'évitement des collisions par l'arrière par la mise en place de panneaux d'avertissement avancés et des campagnes d'information doit faire partie de tout programme de photosurveillance.*

Raub et coll. font état d'une certaine confusion ressentie par le conducteur en présence d'un nouveau dispositif d'avertissement à un passage à niveau [Raub et coll., 2003]. Ainsi, après qu'un avertisseur fixe nouvellement installé à un passage à niveau eut commencé à retentir au déclenchement du système d'avertissement FCS, on a enregistré six cas où les conducteurs se sont immobilisés sur les voies ferrées et y sont demeurés jusqu'à 12 secondes, ne sachant trop s'ils devaient faire marche arrière ou poursuivre leur route.

---

[4] Même si la loi, dans sa formulation, permet d'interpréter comme un pré-avertissement le délai entre l'activation des feux clignotants et celle des barrières, nous notons qu'en Alberta, le manuel des conducteurs indique qu'il faut s'arrêter aussitôt que les feux commencent à clignoter, même aux passages à niveau avec barrières. Il serait donc difficile de donner le sens de pré-avertissement au délai précédant l'activation des barrières lors d'un essai qui serait mené à des passages à niveau avec barrières, en Alberta.

Comme il a déjà été noté, les systèmes de surveillance automatisée utilisés à Los Angeles étaient tels qu'aucune infraction ne pouvait être détectée pendant les 5 à 7 premières secondes d'avertissement – cela pour garantir que les photographies montraient bien l'abaissement de la barrière, ce qui prouvait que les barrières fonctionnaient correctement.

Dans le projet pilote du Comté de Strathcona, les conducteurs qui se trouvaient trop proches du passage à niveau pour immobiliser leur véhicule en toute sécurité bénéficiaient d'un délai de grâce de 4,5 secondes après le déclenchement du système d'avertissement. Ce délai correspond au temps de réaction d'une seconde, plus les taux de décélération prescrits pour les intersections routières avec feux. La circulation au site pilote était assez faible pour que des collisions par l'arrière aient peu de chances de se produire, même dans le cas où le premier conducteur se trouvait dans la zone critique. Si la photosurveillance devait se généraliser, nous recommandons de permettre aux conducteurs qui se trouvent dans la zone critique de continuer leur route en toute impunité, et de mentionner ce fait dans les campagnes de sensibilisation afin de minimiser les risques de collision par l'arrière.

5.3 Application du Code de la route aux passages à niveau

Les systèmes d'avertissement de passage à niveau comportent un éventail de dispositifs d'avertissement, qui vont des croix de Saint-André et panneaux d'arrêt aux FCS et FCS avec barrières. La définition légale des infractions aux passages à niveau varie d'une province à l'autre. Lorsque le passage à niveau est muni de barrières, toutes les lois exigent que le conducteur s'arrête et attende que les barrières se lèvent avant de poursuivre sa route. Dans le cas de passages à niveau FCS sans barrières, il existe une certaine variation dans le libellé des lois. Mais la plupart des lois comportent deux dispositions fondamentales :

1) l'obligation d'arrêter lorsque le système d'avertissement est activé;

2) la permission de continuer lorsqu'il est possible de le faire en toute sécurité.

Ces deux dispositions varient quelque peu d'une province à l'autre, notamment la deuxième (certains textes décrivent les conditions qui peuvent être interprétées comme permettant de poursuivre sa route en toute sécurité).

La grande différence, pour ce qui est de la première disposition est que, même si toutes les administrations définissent un arrêt comme le fait d'arrêter son véhicule à au moins 5 m du premier rail, quelques-unes vont plus loin et prescrivent un maximum de 15 m du premier rail. L'ajout de cette deuxième contrainte aide à prévenir l'effet *mouton de Panurge* : des véhicules qui se suivent sans prendre la peine de s'arrêter une deuxième fois au passage à niveau. Cette contrainte du 15 m favorise les systèmes de surveillance automatisée. Sans cette exigence, un conducteur pourrait arrêter bien en amont des boucles de détection pour ensuite accélérer au moment où il passe sur les boucles et franchit les voies ferrées. Pour prévenir les détections techniquement invalides, le système doit comporter un seuil de vitesse fixé en conséquence. Dans le Comté de Strathcona, celui-ci a été établi à 22 km/h. Si un règlement comportait la deuxième contrainte d'un maximum de 15 m, le seuil de vitesse pourrait alors être fixé beaucoup plus bas, ce qui donnerait une répression plus uniforme et plus juste des infractions du type «omission de s'arrêter».

5.3.1 Franchir les voies ferrées sans danger

Pour évaluer si l'on peut franchir les voies ferrées sans danger à un passage à niveau FCS sans barrières, il faut tenir compte de la technologie des signaux d'avertissement et des opérations ferroviaires normales au passage à niveau. Les trains peuvent approcher un passage à niveau à toutes sortes de vitesses, ils peuvent aussi s'arrêter et repartir en sens inverse sur des lignes principales, alors qu'ils effectuent des manœuvres aux abords d'embranchements industriels.

Les caractéristiques du site de l'essai pilote étaient telles que l'on a enregistré des fausses alarmes et des temps d'annonce exagérément longs. Les fausses alarmes étaient dues à l'activation du système d'avertissement par des trains de manœuvre qui demeuraient en deçà du passage à niveau. Par ailleurs, la forte proportion de temps d'annonce exagérément longs était due à la très faible vitesse des trains qui, après avoir fait un arrêt à une jonction avec une autre ligne ferroviaire à proximité, accéléraient en direction du passage à niveau. Ces trains s'approchaient du passage à niveau à une vitesse moyenne inférieure à 10 mi/h, après le déclenchement du système d'avertissement. Les faibles accélérations sont une caractéristique des très faibles rapports puissance-poids affichés par les trains de marchandises en comparaison des véhicules routiers. Les circuits de voie de distance constante qui sont utilisés au CR-232 détectent la présence de trains mais ne prédisent ni sa vitesse ni le moment de son arrivée au passage à niveau. Ainsi, les temps d'annonce, pour ces trains très lents, sont beaucoup plus longs que pour les autres trains.

Le système d'avertissement du passage à niveau du CR-232 laisse place à amélioration, cela est reconnu, mais il n'est pas le seul. Un avertissement automatisé (c.-à-d. des feux clignotants activés par un circuit de voie) qu'un train est proche et qu'il s'approche peut-être du passage à niveau est possible à un coût raisonnable; mais il peut être assez coûteux d'en arriver à un système d'avertissement qui indique de façon fiable l'arrivée imminente d'un train. D'où la nécessité de trouver un équilibre entre dépenser pour améliorer les systèmes d'avertissement, d'une part, et indiquer aux conducteurs comment réagir de façon sécuritaire à des systèmes d'avertissement qui ne sont pas parfaits, d'autre part. Un aspect intéressant des systèmes de photosurveillance est qu'ils pourraient renforcer le volet *sensibilisation* d'un programme conçu pour favoriser les comportements sûrs aux passages à niveau FSC sans barrières.

Un obstacle à l'efficacité de la technologie de la photosurveillance est qu'elle fixe l'attention sur le texte littéral de la loi, et laisse peu de place à l'interprétation (contrairement à l'application dite *manuelle* de la loi). Selon le texte de loi, cela peut être soit un avantage soit un inconvénient.

Selon l'article 42(2) du *Use of the Highway and Rules of the Road Regulation* de l'Alberta :

[TRADUCTION]
Lorsqu'un train s'approche d'un passage à niveau, tout conducteur qui s'approche du passage à niveau

> *(a) doit arrêter son véhicule à au moins 5 mètres du premier rail, et*
>
> *(b) ne peut se remettre en marche que lorsqu'il peut le faire en toute sécurité parce que le train a dépassé le passage à niveau ou s'est arrêté.*

Le texte de l'Alberta est similaire à celui des autres administrations, sauf pour les mots *ou s'est arrêté* (*or has come to a stop*). À cause de cela, il est plus difficile pour un système automatisé d'évaluer s'il y a «omission de franchir en toute sécurité le passage à niveau». Le texte actuel peut seulement entraîner des délais indus pour les conducteurs pour qui il est clair qu'ils peuvent repartir en toute sécurité mais à qui la loi interdit de le faire. Notre méthode d'évaluation (voir la sous-section 7.4.2) tient compte du coût de l'attente imposée aux conducteurs par une application littérale de la loi.

En général, les textes de réglementation concernant les feux rouges clignotants aux intersections routières disent simplement qu'un conducteur ne peut repartir que s'il peut le faire en toute sécurité. Les administrations qui ont ajouté des conditions pour les passages à niveau, p. ex., *lorsque le train a dépassé le passage à niveau* (*until the train has passed*), et *lorsque le train s'est arrêté* (*until the train has stopped*) veulent aider les conducteurs à interpréter ce qu'est un passage à niveau sûr, ce qui est utile là où les passages à niveau comportent une seule voie ferrée. Mais lorsque les voies sont multiples, un train arrêté ou un train qui est passé peut obstruer la vue d'un deuxième train qui arrive, ou un train visiblement immobilisé peut être interprété par un conducteur comme étant la raison pour laquelle le système d'avertissement est activé, et faire en sorte qu'il négligera de vérifier si un train arrive dans l'autre direction. Ces scénarios ressemblent à ceux qui expliquent la fréquence élevée des collisions mortelles sur la Metro Blue Line de Los Angeles (voir la section 3.2). Dans toutes les réglementations, on retrouve une disposition semblable à celle de *b)* ci-dessus : le conducteur doit estimer que le véhicule peut repartir parce qu'*il peut le faire en toute sécurité*. C'est la condition prépondérante, et la seule condition énoncée dans le cas des intersections routières. Comme les conducteurs ne sont pas limités à une seule zone géographique, il est grandement avantageux d'harmoniser les lois, les règlements et les programmes de sensibilisation destinés aux usagers de la route. Les consignes simples et uniformes utilisées aux intersections routières constituent elles aussi un avantage. Mais les conditions qui règnent aux passages à niveau sont passablement plus complexes et il faut un minimum de formation pour être en mesure d'évaluer si l'on peut franchir un passage à niveau en toute sécurité.

5.3.2 Rôle de l'éducation

Nous croyons qu'avant de procéder à une application stricte de la loi aux passages à niveau FCS sans barrières, des changements s'imposent à la réglementation et à la formation des conducteurs. Nous croyons que l'éventail de situations qui peuvent se présenter aux passages à niveau est beaucoup trop large pour que les lois et règlements puissent tout prévoir. Nous sommes d'avis que pour régir des situations complexes, il faut des lois simples, assorties de programmes de formation des conducteurs qui exposent tous les scénarios possibles. Il est intéressant de noter que la réaction des conducteurs aux signaux des passages à niveau est le thème le plus négligé dans la plupart des manuels de formation des conducteurs (quand il n'en est pas absent), malgré l'ensemble complexe de scénarios qui font appel à l'interprétation et au jugement du conducteur. Nous recommandons que Transports Canada encourage les provinces à faire ressortir la diversité et la complexité des situations qui peuvent se présenter aux passages à niveau et qu'il élabore avec elles un texte recommandé pour les manuels de formation des conducteurs et, au besoin, pour la réglementation sous-jacente. Nous recommandons aussi que la nécessité d'harmoniser ces réglementations soit portée à

l'attention du comité compétent du Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM).

5.3.3 Recommandation concernant l'application de la loi dans les cas où le conducteur franchit les voies ferrées alors qu'il ne peut le faire en toute sécurité

Un comportement dangereux a été observé chez un certain nombre de conducteurs au passage à niveau du CR-232 pendant la période qui a immédiatement suivi l'installation du matériel. Ce comportement dangereux n'avait rien à voir avec l'approche d'un train. Au contraire, il découlait d'une réaction à un système d'avertissement activé en l'absence de l'arrivée imminente d'un train. Même si le système de photosurveillance n'était pas encore en service, les conducteurs savaient bien à quoi il servait. Ils ne savaient pas trop s'ils pouvaient franchir le passage à niveau alors que les feux clignotants fonctionnaient et que les trains étaient soit immobilisés, soit visiblement loin du passage à niveau mais s'en approchaient très lentement. Des conducteurs ont été vus dépassant de longues files de véhicules à grande vitesse, certains dépassant à droite pour éviter les véhicules venant en sens inverse. Bien qu'aucun accident ne soit survenu, la confusion et le comportement qui résultait de cette confusion augmentaient de beaucoup le risque de collision entre véhicules au passage à niveau et distrayaient les conducteurs de la nécessité de vérifier la présence/absence de train au moment où ils abordaient le passage à niveau.

Nous craignons que ce type de comportement erratique se répète si l'aspect *franchissement dangereux (ou l'omission de ne repartir que s'il est possible de le faire en toute sécurité)* des règlements relatifs aux passages à niveau est automatiquement considéré comme une infraction, aux endroits où des trains qui s'approchent très lentement activent le système d'avertissement pour de longues périodes. Par ailleurs, nous croyons que l'omission de ne repartir que s'il est possible de le faire en toute sécurité est une infraction qui doit et peut être sanctionnée, mais qu'il faut aussi un règlement exempt de toute ambiguïté et un programme de formation qui aide les conducteurs à bien évaluer ce que signifie *ne repartir que s'il est possible de le faire en toute sécurité à un passage à niveau.*

Dans les applications de photosurveillance du virage à droite au feu rouge, aux intersections routières, on tient pour acquis que les conducteurs repartent en toute sécurité lorsqu'ils ont d'abord fait un arrêt. Dans ces cas, le jugement selon lequel il est sûr de repartir serait difficile à évaluer et à surveiller à l'aide d'un système automatisé. Mais dans un contexte ferroviaire, il est plus simple d'établir si les conditions étaient sécuritaires lorsque le véhicule s'est remis en marche. Une réglementation plus complexe pourrait toutefois être nécessaire pour définir après coup un comportement imprudent, à moins que l'on puisse se reporter aux réglementations et normes ferroviaires existantes pour la définition de *repartir en toute sécurité*.

Nous croyons que les codes de la route doivent, d'une part, préciser les comportements qui sont reconnus comme dangereux, tout en permettant aux conducteurs, d'autre part, de porter des jugements justes et raisonnables sur la réaction à avoir au large éventail de circonstances auxquelles ils peuvent être exposés. Comme les textes de loi varient quelque peu d'une province à l'autre, il serait souhaitable de travailler à harmoniser le traitement accordé par les provinces aux passages à niveau, non seulement dans la réglementation, mais aussi dans les manuels des conducteurs et les protocoles d'examen de conduite. Outre les recommandations formulées en 5.3.2, nous recommandons que le CCATM continue sa révision, et

l'harmonisation, du contenu des guides de l'automobiliste publiés par les provinces et des protocoles d'examen de conduite qui concernent les passages à niveau.

Le temps entre le moment où le véhicule a fini de franchir les voies ferrées et l'arrivée du train, ou *délai de sécurité*, est une bonne indication du danger que représente le franchissement d'un passage à niveau FCS sans barrières. La réglementation fédérale en vigueur concernant les passages à niveau définit indirectement ce que veut dire *repartir en toute sécurité*. Cette définition pourrait peut-être être acceptée aux fins de l'application des codes de la route provinciaux. Le paragraphe 12.(1) du *Règlement sur la protection des devis d'installation et d'essai aux passages à niveau* de Transports Canada se lit comme suit : «Les signaux fonctionneront pendant au moins 20 secondes avant qu'un train roulant à plus de 10 milles à l'heure ne s'engage dans le passage»; et le paragraphe 12.(2), comme suit : «Les signaux devront fonctionner pendant au moins sept secondes avant qu'un train roulant à une vitesse de 10 milles à l'heure ou moins ne s'engage dans le passage». Ce règlement de Transports Canada constitue une base pour définir ce qu'est un intervalle insuffisant entre le moment où un véhicule sort d'un passage à niveau et l'arrivée d'un train (c.-à-d. l'infraction qui consiste à repartir alors que l'on ne peut le faire en toute sécurité). La recommandation de Transports Canada (ébauche de norme RTD 10) fait également remarquer les avantages, sur le plan de la sécurité, de délais d'avertissement uniformes, et recommande un temps d'annonce (ou délai d'avertissement) qui ne dépasse pas 35 secondes. Voilà qui constitue un seuil pour définir ce que signifie *repartir en toute sécurité*. Ainsi, pour l'application de la deuxième partie d'un règlement de sécurité routière qui dirait simplement qu'un conducteur «(...) ne peut se remettre en marche que lorsqu'il peut le faire en toute sécurité», on pourrait s'inspirer du règlement de Transports Canada pour définir ce que signifie «le faire (se remettre en marche) en toute sécurité». Si les infractions à cette règle étaient liées à une échelle de gravité, comme dans les infractions de vitesse excessive, les sanctions pourraient être des amendes dont le montant diminue à mesure que le délai de sécurité augmente, jusqu'à être nulles à 35 secondes[5].

Par ailleurs, il est relativement facile de calculer le délai de sécurité aux passages à niveau FCS sans barrières à l'aide de systèmes automatisés. En effet, l'arrivée d'un train au passage à niveau est détectée par des circuits de voie, tandis que le moment précis où le véhicule routier quitte le passage à niveau peut être mesuré directement par les boucles magnétiques de sortie, ou il peut être calculé à partir de sa vitesse et du moment de son passage sur les boucles magnétiques d'entrée, des données qui sont normalement enregistrées par le système automatisé de photosurveillance. Lorsque l'objectif du système est de décourager les

---

5 L'application peut se faire soit manuellement, soit par des moyens automatisés. Pour une application manuelle, l'agent utilise un chronomètre pour enregistrer le temps entre le moment où le véhicule routier a libéré le passage et l'arrivée du train au passage. Plus précisément, le chronomètre est mis en marche lorsque l'arrière du véhicule (peu importe sa longueur) a franchi le passage (la ligne d'arrêt de 5 m sur la voie adjacente pourrait servir de guide pour une distance de «dégagement»). Puis, le chronomètre est arrêté lorsque le train arrive au passage. Si l'intervalle de temps est inférieur à 20 secondes (7 secondes dans le cas de trains qui roulent à moins de 10 mi/h), une infraction est constatée à la règle selon laquelle le conducteur ne peut repartir que s'il peut le faire en toute sécurité. Si l'intervalle est supérieur à 35 secondes, il n'y a pas d'infraction. La meilleure sanction à donner aux conducteurs serait une amende graduée qui varie entre un maximum, pour un intervalle inférieur à 20 (ou 7) secondes, et zéro, pour un intervalle supérieur à 35 secondes.

comportements à risque, il est important de pouvoir détecter et sanctionner des départs imprudents après un arrêt.

Bien que la technologie actuelle ne permette pas de détecter automatiquement les infractions du type «arrêt-franchissement imprudent», il serait possible de détecter manuellement ces infractions en passant en revue les enregistrements vidéo. Comme le principal problème de sécurité au site pilote était que les gens ne s'occupaient pas des feux clignotants et ne s'arrêtaient pas, et parce que le système de photosurveillance ne permettait pas de mesurer automatiquement les infractions du type«arrêt-franchissement imprudent», le projet pilote n'a pas sanctionné ce deuxième type d'infraction. Il serait souhaitable, un jour, de perfectionner la technologie pour qu'elle puisse détecter le moment de l'arrivée des trains. Nous recommandons que le règlement et la technologie de photosurveillance soient modifiés pour qu'il soit plus facile de détecter et de sanctionner les infractions du type «arrêt-franchissement imprudent», si on compte utiliser la technologie aux passages à niveau FCS sans barrières.

6 OBSERVATIONS SUSCITÉES PAR LES DONNÉES RECUEILLIES

6.1 Caractéristiques des infractions

Cette section donne des détails sur les données recueillies avant que des avertissements soient émis, particulièrement en ce qui a trait aux infractions telles que définies dans les avertissements, soit l'*omission de s'arrêter*, c'est-à-dire, en l'occurrence, s'engager dans un passage à niveau alors que les feux rouges clignotent, à une vitesse supérieure à 22 km/h, après la période de grâce de 4,5 secondes.

6.1.1 Vitesse des véhicules

La figure 8 illustre la vitesse des véhicules qui ont commis une infraction, pendant la période d'observation de huit mois (3 octobre 2003 au 17 juin 2004), tandis que la figure 9 illustre la vitesse des véhicules qui ont franchi le passage à niveau au cours des 4,5 secondes de période de grâce. Les deux figures sont présentées sous forme d'histogrammes. Ainsi, pour la plage des vitesses de 23 à 29 km/h (première colonne de la figure 8), on a enregistré un total de 249 conducteurs, 81 qui allaient du sud au nord et 168 qui allaient du nord au sud. La vitesse limite est de 70 km/h dans les deux sens. On peut constater une diminution générale de la vitesse après les 4,5 premières secondes. La vitesse médiane après la période de grâce de 4,5 secondes est de 35 km/h en direction nord et de 32 km/h en direction sud, comparativement à 45 et 38 km/h, respectivement, pendant les 4,5 premières secondes. Les vitesses plus faibles en direction sud pourraient être une indication d'une plus grande distance d'accélération pour les véhicules qui s'engagent sur la route en direction nord, ou de meilleures lignes de visibilité des voies pour les automobilistes qui roulent vers le nord. La vitesse moyenne mesurée pendant les 4,5 premières secondes après l'activation du système d'avertissement est très près des vitesses mesurées par les compteurs routiers lorsque le système d'avertissement n'était pas activé. À l'inverse, les vitesses moyennes mesurées par les compteurs routiers à une distance de 80 m du passage à niveau étaient d'environ 60 km/h dans chaque direction, lorsque le système d'avertissement n'était pas activé. Ces données indiquent que les conducteurs ont généralement tendance à ralentir à l'approche d'un passage à niveau, même lorsque le système d'avertissement n'est pas activé. Ils agissent ainsi soit par prudence, soit pour atténuer l'effet de la bosse qu'ils s'attendent à rencontrer.

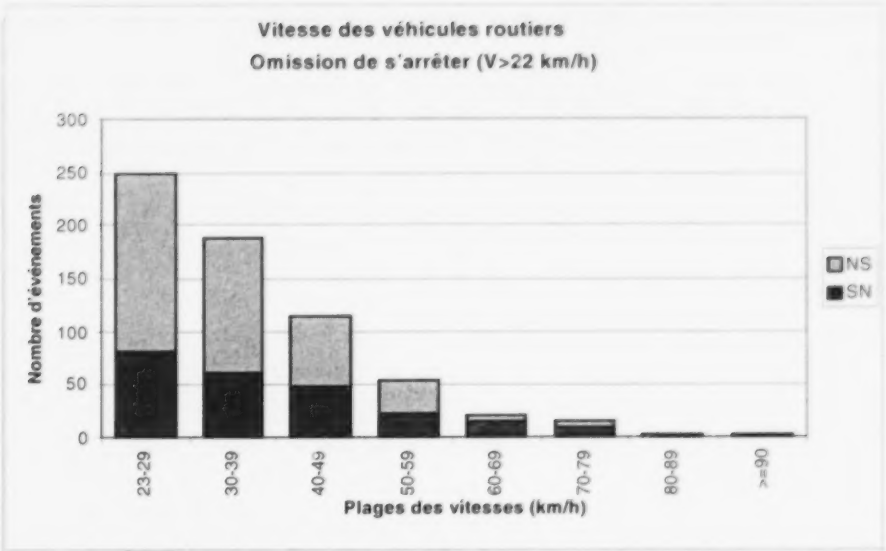


Figure 8 Distribution des vitesses des contrevenants (axes nord-sud et sud-nord)

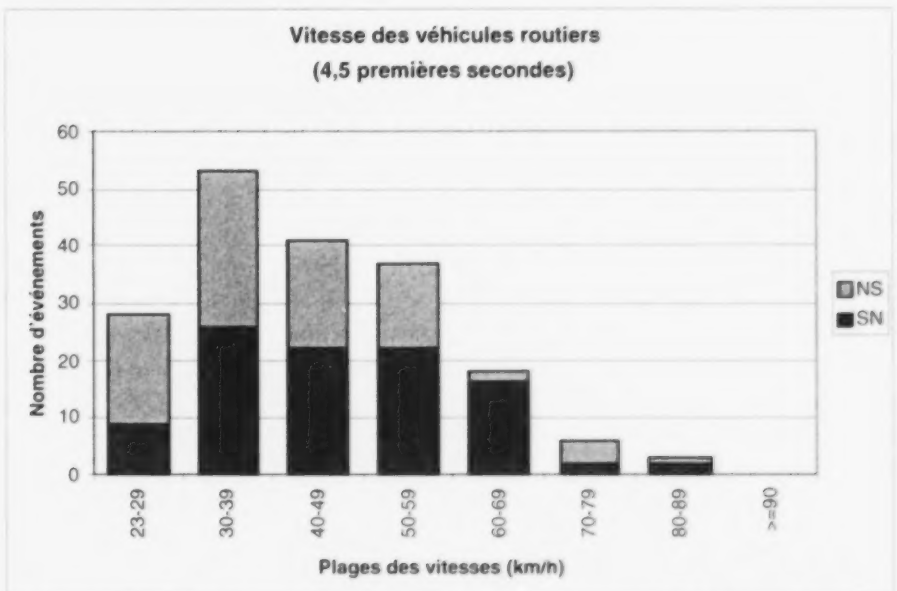


Figure 9 Distribution des vitesses pendant les 4,5 s de période de grâce

6.1.2 Temps d'annonce écoulé

La figure 10 affiche la répartition des temps d'annonce écoulés pour les véhicules qui ont franchi le passage à niveau à une vitesse supérieure à 22 km/h. Environ 25 % des cas se produisent à chaque extrémité de la répartition (c'est-à-dire en-deça des 4,5 secondes de période de grâce, ou au-delà de 99,9 secondes). La figure 10 permet aussi de constater que c'est en direction sud que les infractions sont le plus fréquentes, dans presque toutes les catégories de délai d'avertissement. Par exemple, dans la troisième catégorie (10 à 20 secondes), 63 infractions ont été enregistrées chez des conducteurs qui allaient du nord au sud, comparativement à 32 chez les conducteurs qui roulaient en sens inverse. Au total, 490 infractions ont été enregistrées en direction sud et 338 en direction nord. La majorité des conducteurs qui se rendent au travail roulent en direction nord, et en direction sud pour en revenir.

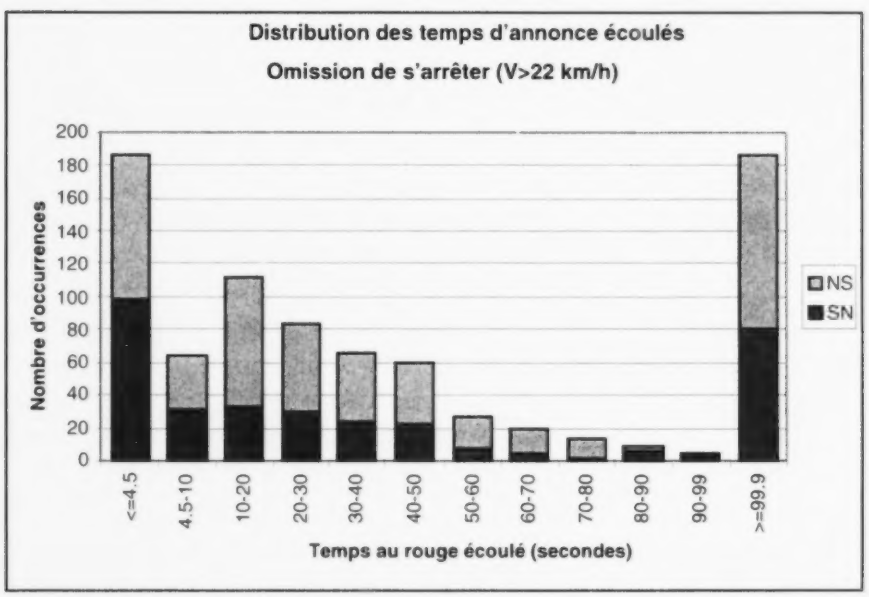


Figure 10 Temps d'annonce écoulé

Les figures 11 et 12 indiquent le nombre moyen d'infractions enregistré les jours de semaine, par mois, en direction nord et en direction sud, respectivement. Les données ont été rajustées pour tenir compte des congés fériés, mais aucune autre raison pouvant expliquer une baisse du débit de véhicules n'a été prise en compte. Nous savons que le nombre de véhicules était plus faible en décembre, en janvier et en mars. Le grand nombre d'infractions enregistré en octobre 2005 comprend les données relatives à une fausse alarme qui explique environ la moitié des infractions «*rouge > 100 s*» pour le mois.

La figure 13 montre le nombre total d'infractions selon le jour de la semaine pour les neuf premiers mois de l'étude.

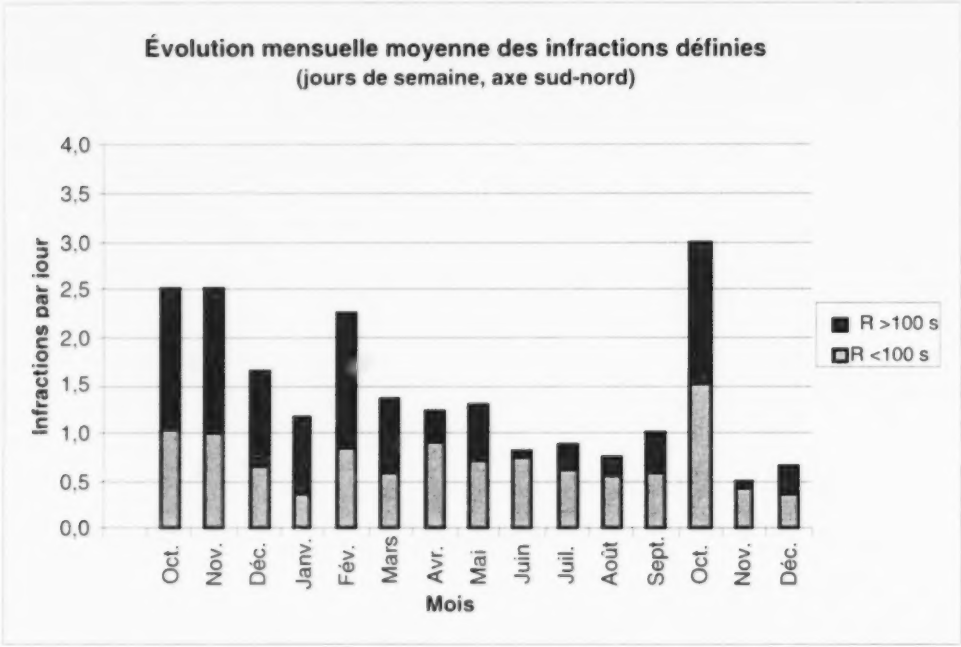


Figure 11 Évolution des infractions, jours de semaine, axe sud-nord

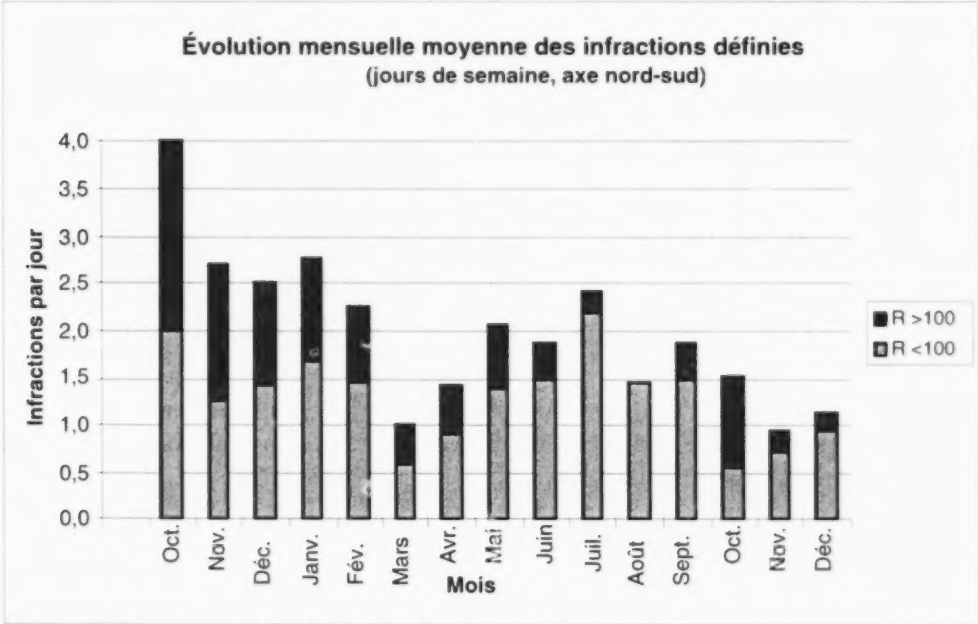
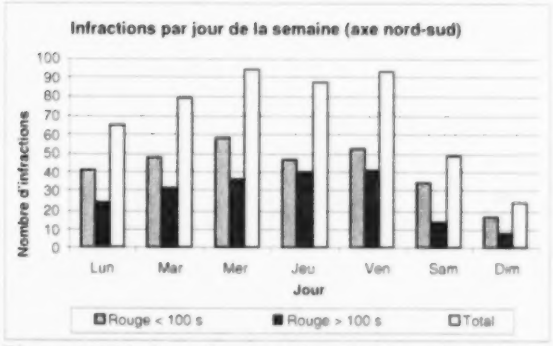


Figure 12 Évolution des infractions, jours de semaine, axe nord-sud



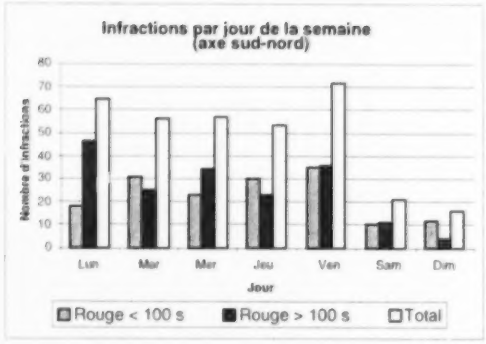


Figure 13 Infractions selon le jour de la semaine

6.2 Caractéristiques de la circulation routière

Les compteurs routiers installés pendant une semaine au passage à niveau du CR-232 donnent une idée du trafic routier selon l'heure du jour. Les numérations de véhicules ont été agrégées selon des intervalles de 10 minutes. La figure 14 illustre la variation du nombre de véhicules selon l'heure du jour en direction nord les jours de semaine, tandis que la figure 15 illustre les même données pour les véhicules en direction sud.

On assiste à une forte pointe des véhicules roulant en direction nord à 6 h 50 et à une autre pointe plus faible à 7 h 30. La circulation en direction sud se répartit plus également tout au long de l'après-midi et est davantage variable, comme l'indique l'écart entre la courbe maximale et la courbe moyenne, pour la période de mesure.

Le nombre moyen de véhicules pendant les jours de semaine de la période de mesure s'est établi à 907 en direction sud et à 931 en direction nord. Ces moyennes (établies pour une semaine de juillet) étaient supérieures à la moyenne déclarée de 1 200 véhicules par jour de semaine sur toute l'année, dans les deux directions combinées.

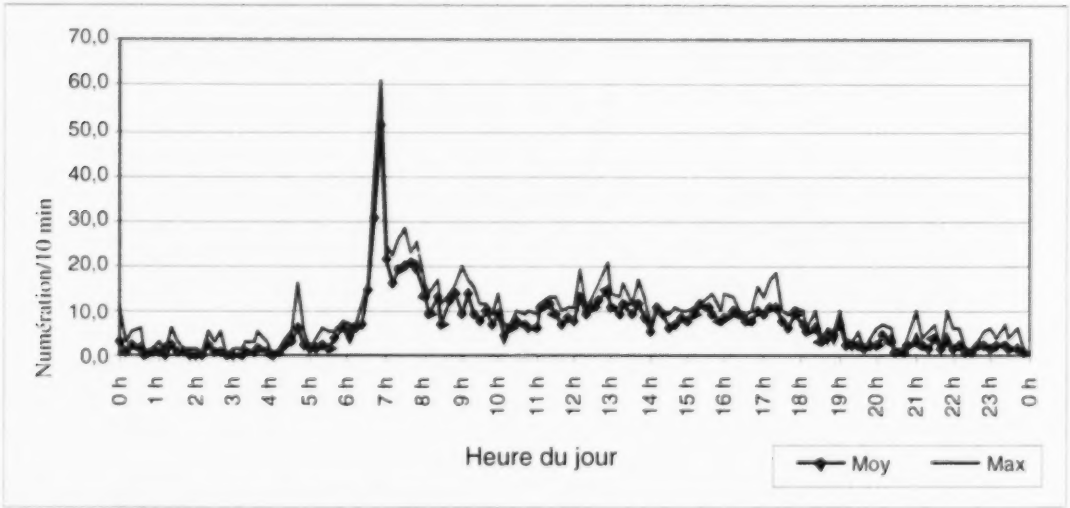


Figure 14 Variation du nombre de véhicules roulant vers le nord, les jours de semaine

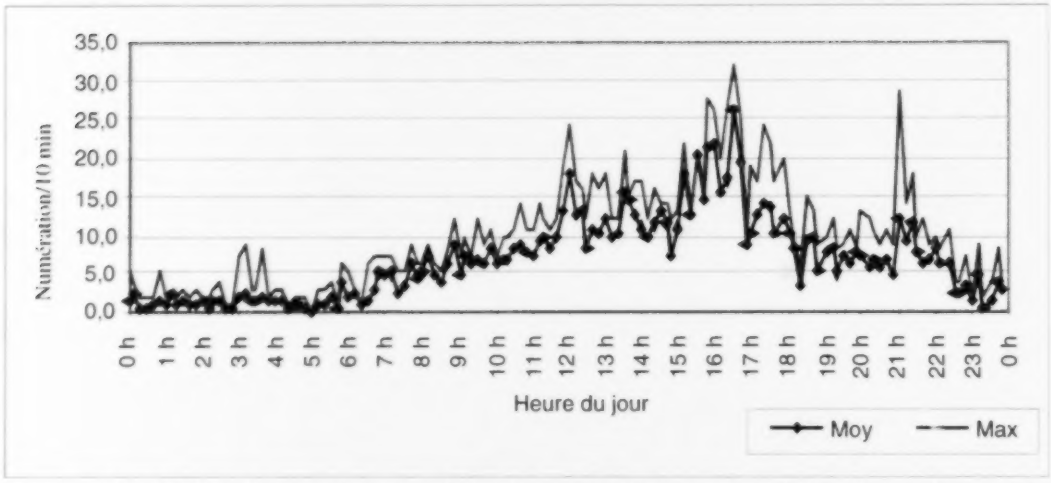


Figure 15 Variation du nombre de véhicules roulant vers le sud, les jours de semaine

Les figures 16 et 17 donnent la même information pour les fins de semaine et les jours fériés en direction nord et en direction sud, respectivement.

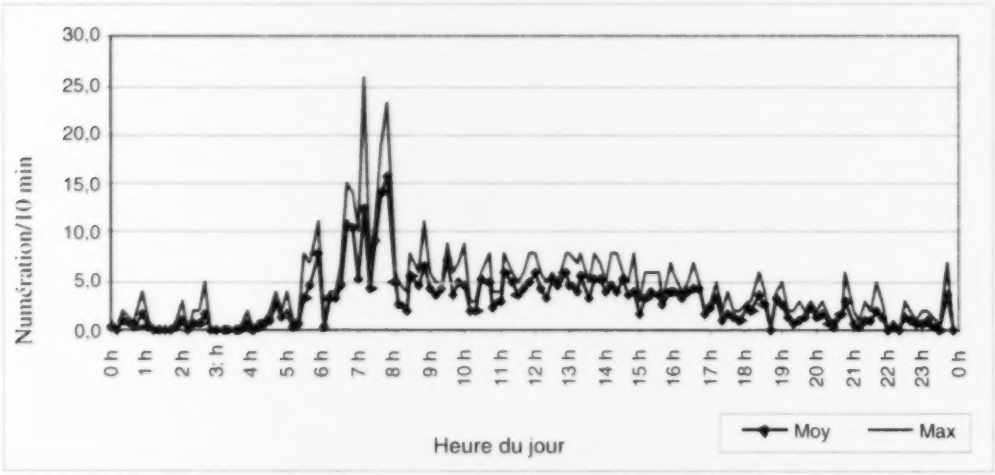


Figure 16 Variation du nombre de véhicules roulant vers le nord, les fins de semaine

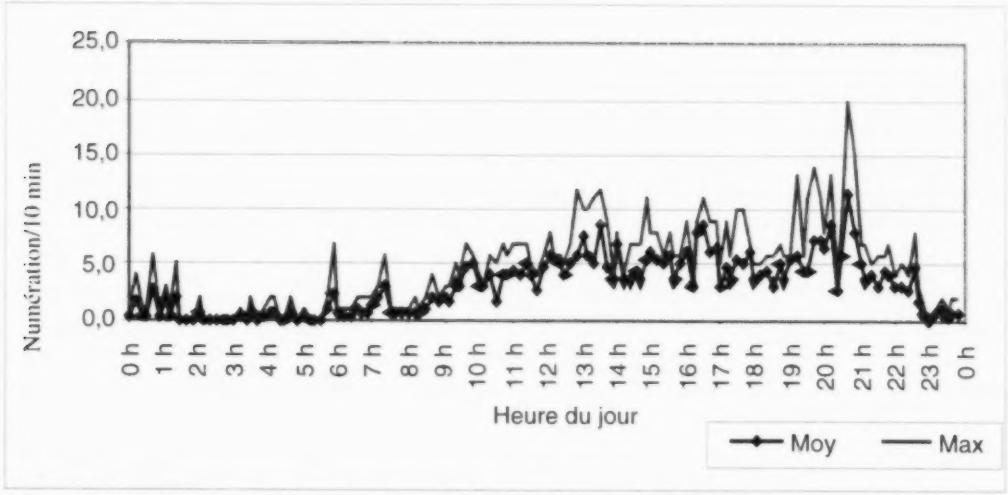


Figure 17 Variation du nombre de véhicules roulant vers le sud, les fins de semaine

6.3 Temps d'annonce des trains

Il passait en moyenne 21 trains par jour au passage à niveau du CR-232. Outre qu'ils soient plus fréquents pendant le jour, les trains n'obéissent pas à un horaire précis. Tandis que les données sur la circulation automobile ont été regroupées par intervalles de 10 minutes, les données ferroviaires ont été regroupées par intervalles d'une heure. La figure 18 illustre la distribution selon l'heure du jour des arrivées de trains et des infractions, pour les périodes du 12 mars au 6 mai et du 1er au 19 juin 2004.

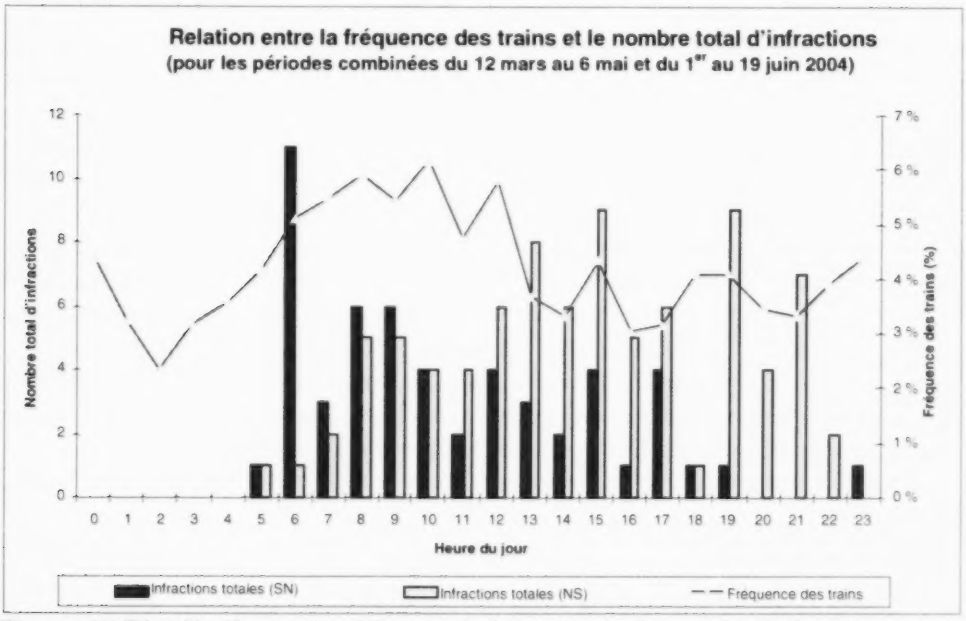


Figure 18 Distribution selon l'heure du jour des trains et des infractions

Les infractions qui se produisent en direction sud se répartissent plus uniformément l'après-midi, tandis que les infractions en direction nord se produisent majoritairement entre 6 h et 7 h (plus précisément de 6 h 45 à 7 h et de 8 h à 10 h).

La figure 19 illustre la distribution de la durée du temps d'annonce au passage à niveau du CR-232 pendant le mois de juin, pour les situations où un train arrive. Les barres indiquent le nombre de cas enregistrés pour chaque temps d'annonce, qui augmente par intervalle de 10 secondes jusqu'à 200 secondes, et le temps d'annonce moyen pour tous les cas où celui-ci dépassait 200 secondes. Ainsi, le temps d'annonce le plus fréquent se situait entre 50 et 59 secondes, avec 155 cas. On a enregistré à peu près le même nombre de cas de temps d'annonce dépassant 200 secondes que de temps d'annonce durant de 20 à 29 secondes (environ 18 cas). Le temps d'annonce moyen pour les 18 trains dont le temps d'annonce était supérieur à 200 secondes était de 611 secondes, comme l'indique l'axe horizontal. Le profil cumulatif, illustré à l'aide de l'axe vertical de droite, montre que 10 % des temps d'annonce dépassent 100 secondes et que 10 % sont inférieurs à 40 secondes. Les fausses alarmes (lorsque aucun train n'arrive) sont exclues des données et de l'analyse de la réaction des conducteurs.

Les données se rapportant à l'avertissement activé sans qu'un train n'arrive ne sont pas comprises dans la figure 18 parce que ces événements concernaient habituellement des trains de manœuvre immobilisés ou des trains simplement inexistants, et parce que les conducteurs ne commettaient pas une infraction en reprenant leur route après s'être arrêtés. De tels cas peuvent toutefois alimenter la perception des conducteurs concernant la crédibilité/fiabilité de l'avertissement. Sur une période de quatre mois, le nombre de fois où les feux clignotants se sont déclenchés sans qu'un train n'arrive s'est établi à 0,85 en moyenne par jour, et ces fausses alarmes duraient en moyenne 133 secondes. Beaucoup duraient moins de 10 secondes, tandis que dans un cas, elle a duré 1 400 secondes.

Même si la fréquence des fausses alarmes est inférieure à une par jour et que 90 % des trains sont associés à des temps d'annonce inférieurs à 100 secondes, la perception d'un conducteur tient davantage à la fréquence d'exposition à différents temps d'annonce qu'à la fréquence des avertissements comme tels. Cela est particulièrement bien illustré par les 10 percentiles de chaque côté de la distribution de la figure 19. Les 10 % de cas où le temps d'annonce était inférieur à 40 secondes ont produit une exposition cumulative de 33 minutes à un avertissement pour le mois de juin. Pour les volumes de véhicules enregistrés au passage à niveau du CR-232, nous avons estimé (voir le tableau 3 à la section 7.2 pour plus de détails) qu'environ 4,6 % des conducteurs ont été exposés à ces avertissements. En comparaison, les 10 % de cas où le temps d'annonce dépassait 100 secondes ont produit une exposition cumulative de 265 minutes à un avertissement, toujours pour le mois de juin. Nous avons estimé qu'environ 44 % des conducteurs ont été exposés à ces avertissements, soit environ 10 fois plus que ceux exposés aux délais des 10 percentiles les plus bas. Ainsi, les conducteurs ont une perception de la crédibilité et de la fiabilité des temps d'annonce pire que ce qu'elles sont en réalité.

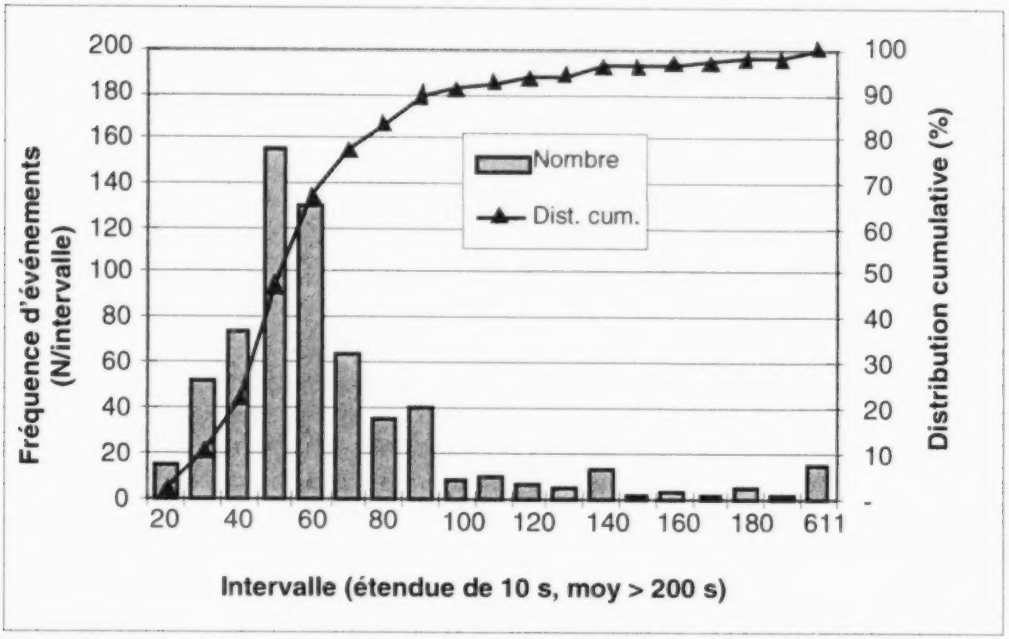


Figure 19 Distribution des temps d'annonce de l'arrivée du train, juin 2004

7 ÉVALUATION DES PERFORMANCES

7.1 Effet sur la sécurité

7.1.1 Augmentation des incidents mettant en cause des véhicules routiers entre eux

L'effet sur la sécurité de la photosurveillance a été mesuré par une comparaison avant-après de la fréquence et de la gravité des incidents dangereux survenus au passage à niveau. Seuls les incidents mettant en cause des trains et des véhicules ont été analysés. Mais les incidents mettant en cause des véhicules routiers entre eux ont aussi été observés et il convient de s'y attarder quelque peu.

Nous avons déjà évoqué, au chapitre 5, cette zone critique où le conducteur est face à un «dilemme», et nous avons formulé des recommandations à cet égard. Par ailleurs, tout de suite après l'installation du matériel, des manœuvres imprudentes, attribuables notamment à de la confusion, ont été observées chez les conducteurs : dépassement de véhicules immobilisés au passage à niveau, freinages brusques, zigzags pour éviter les boucles de détection dans la chaussée. Ce sont toutes des manœuvres qui augmentent le risque. Mais aucune collision n'a eu lieu et quelques semaines seulement après l'installation du système, ces types de comportements à risque (dénotant de la confusion chez les conducteurs et causant des incidents entre véhicules) ont diminué de façon marquée. Mais des conducteurs qui, devant un feu clignotant et un train immobilisé ou roulant lentement, semblent comprendre plus ou moins bien les lois et affichent différents profils de risque, il y en a toujours eu. Selon nous, ces comportements n'étaient pas aussi dangereux que la réaction (pour ainsi dire chaotique) observée tout de suite après l'installation du système. Ces premiers comportements chaotiques ne se sont pas reproduits plus tard, après que l'on eut commencé à émettre des avertissements. Compte tenu du débit relativement faible de véhicules au passage à niveau du CR-232, nous n'avons pas pris en compte les risques «inter-véhicules» pour établir un indice de risque. Néanmoins, les problèmes auraient pu être plus graves si le passage à niveau avait été plus achalandé, et les observations qui ont été faites accentuent l'importance d'avoir des lois qui ont des exigences raisonnables à l'égard des conducteurs, et d'organiser des campagnes de sensibilisation qui décrivent clairement ce que la loi permet et interdit, avant d'installer un système de photosurveillance.

Revenons sur deux comportements imprudents en conduite, qui n'avaient rien à voir avec les trains, et que la présence du système de photosurveillance a exacerbés, soit les conducteurs qui dépassent des files de véhicules, et les conducteurs qui zigzaguent pour éviter les bouches de détection dans la chaussée. On pourrait atténuer ces comportements en installant des boucles de détection sur les deux voies, c.-à-d. dans les deux sens (plutôt que seulement sur les voies d'entrée, comme il a été fait au CR-232). Nous recommandons que dans les applications futures de la technologie à des passages à niveau FCS sans barrières, des boucles de détection soient placées sur les deux voies de la chaussée. Toutefois, nous répétons qu'il convient d'appliquer plus rigoureusement le texte littéral des lois uniquement là où les lois imposent des exigences raisonnables aux conducteurs.

7.1.2 Échelle de risque

Pour évaluer le risque d'incidents véhicule-train, il faut tenir compte des deux types de comportements imprudents que les conducteurs peuvent avoir à un passage à niveau – omettre de s'arrêter, et s'arrêter mais repartir même si cela est dangereux. Le premier critère suppose une définition de ce qui est accepté comme étant un arrêt. Pour les besoins du système de photosurveillance, un véhicule effectue un arrêt lorsqu'il passe sur les boucles de détection à une vitesse de 22 km/h ou moins. Bien que nous considérions qu'un arrêt complet est plus sûr qu'un «stop américain», les données recueillies ne permettaient pas de bien distinguer entre les deux. Un autre aspect de l'omission de faire un arrêt est le temps écoulé depuis l'activation du système d'avertissement. L'omission de s'arrêter pendant la période de «dilemme» (les 4,5 secondes pendant lesquelles les conducteurs ne peuvent pas s'arrêter en toute sécurité) n'était pas considérée comme une infraction par le système de photosurveillance.

L'infraction qui consiste à traverser les voies ferrées alors qu'il y a danger donne lieu à encore plus d'interprétation. Pour le sommet de l'échelle de risque, nous avons choisi un délai de sécurité (temps entre le départ du véhicule et l'arrivée du train) de 10 secondes, ce qui est plus que le créneau considéré acceptable par les automobilistes qui effectuent un virage à gauche sur une route à deux sens. Li et coll. ont constaté qu'un délai moyen de 7,5 secondes est considéré comme un créneau acceptable pour les véhicules lourds, tandis que celui-ci s'établit à 5,5 secondes en moyenne pour les véhicules légers, lorsqu'il faut exécuter un virage à gauche à partir d'une route à deux voies à forte densité de circulation mixte [Li et coll., 2003]. Yi a observé des délais semblables à des intersections à deux voies à panneaux d'arrêt toutes directions [Yi, 1996]. Le créneau moyen jugé acceptable était de 7,36 secondes pour les conducteurs âgés, et de 5,19 secondes pour les conducteurs jeunes. Nous n'avons pas trouvé de données sur les créneaux jugés acceptables à des intersections avec feux rouges clignotants. La mise en garde insistante transmise par un feu rouge clignotant, et l'impossibilité pour un train de ralentir ou de modifier sa trajectoire pour éviter une collision expliquent pourquoi nous avons porté le créneau normalement jugé acceptable (c.-à-d. le risque acceptable pour le conducteur) à une valeur supérieure, que nous jugeons convenable pour un passage à niveau dangereux.

Plus le délai jusqu'à l'arrivée du train est long après l'arrêt-franchissement des voies, moins le risque est élevé. Nous avons d'abord pensé utiliser un intervalle de 60 secondes pour l'échelle du risque croissant associé à l'omission de s'arrêter, mais nous avons plutôt adopté les valeurs recommandées par Transports Canada pour les systèmes de protection des passages à niveau (projet de norme RTD 10)[6]. Comme la photosurveillance aux passages à niveau sans barrières est envisagée comme une solution de rechange à des perfectionnements techniques aux passages à niveau non conformes à la norme RTD 10, il semble approprié de choisir la valeur minimale de l'échelle de risque en fonction des temps d'annonce maximaux admissibles selon la norme RTD 10. Or, cette norme recommande que le temps d'annonce maximal (avant l'arrivée d'un train) ne dépasse pas 35 secondes pour les passages à niveau FCS sans barrières.

Nous estimons que le risque associé au fait de s'arrêter puis de franchir les voies en laissant moins de 10 secondes avant l'arrivée du train équivaut au risque associé au fait de maintenir

---

[6] Le projet de norme RTD 10 peut être visualisé en ligne : http://www.tc.gc.ca/railway/RSCC/StdFrv12.pdf

une vitesse égale ou supérieure à 22 km/h lorsque le système d'avertissement est activé. Nous établissons donc l'échelle de risque comme suit :

- d'une valeur maximale de 1, pour des délais de sécurité égaux ou inférieurs à 10 secondes (un délai plus long que les créneaux jugés suffisants pour les virages à gauche sur les routes)
- à un minimum de zéro, pour des délais de sécurité égaux ou supérieurs à 40 secondes (le niveau de risque négligeable est fixé au maximum de 35 secondes de temps d'annonce recommandé dans la norme RTD 10).

La figure 20 illustre l'échelle linéaire du risque que représente le franchissement des voies ferrées lorsque le délai de sécurité est inférieur à 40 secondes. Un délai de sécurité de dix secondes ou moins représente un niveau de risque aussi grand que le fait de ne pas arrêter (c.-à-d. de maintenir une vitesse égale ou supérieure à 22 km/h, selon la définition).

7.1.3 Estimation de la fréquence des événements

Nous avons utilisé les données relatives à l'heure du jour (voir la section 6.2) pour estimer le nombre de véhicules qui arrivent au passage à niveau lorsque le système d'avertissement est activé par l'approche d'un train. Nous avons alors comparé le nombre de ces véhicules prévus avec le nombre d'infractions enregistrées pour avoir une estimation de la proportion de conducteurs qui n'effectuaient pas d'arrêt alors que les feux clignotaient. Les conducteurs qui ne s'arrêtaient pas pour les fausses alarmes et après que le train était passé n'ont pas été inclus dans l'analyse. Le taux d'infraction résultant est une mesure de l'effet des changements apportés au passage à niveau sur le comportement des conducteurs.

La deuxième mesure de comportements imprudents de la part des conducteurs est le niveau de risque auquel s'exposent les conducteurs qui s'arrêtent puis repartent. Comme le système de photosurveillance n'enregistre pas ces incidents, nous avons utilisé des bandes vidéo représentant les données d'un mois pour estimer le rapport des conducteurs qui s'arrêtent et repartent malgré les feux clignotants, à ceux qui ne s'arrêtent pas du tout. Ce rapport variait en fonction du délai de sécurité (c.-à-d. le délai entre le dégagement des voies par le véhicule et l'arrivée du train).

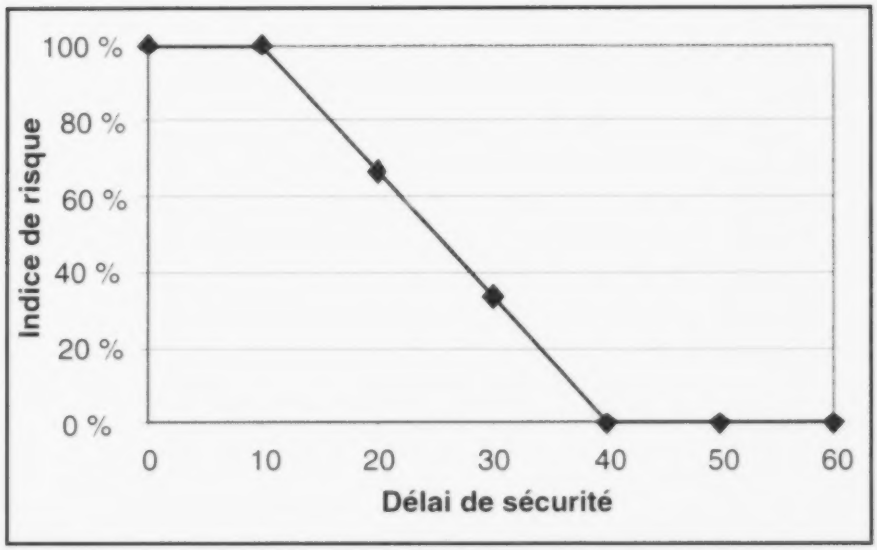


Figure 20 Risque en fonction du délai de sécurité

7.2 Effet des panneaux d'avertissement sur le comportement des conducteurs

Pour évaluer l'effet des panneaux d'avertissement sur le comportement des conducteurs, nous avons comparé la fréquence des comportements «imprudents» tels que définis à la section 7.1. Les comportements imprudents ont été dénombrés pendant une période d'un mois, avant et après l'installation des panneaux d'avertissement (voir la figure 4), lesquels ont été mis en place le 10 août 2004 au CR-232. Le mois «avant» était le mois de juin 2004 et le mois «après», septembre 2004.

Le tableau 3 présente un résumé des taux d'infraction des conducteurs selon la durée du temps d'annonce pour le mois de juin. La première colonne présente les intervalles de durée du temps d'annonce utilisés pour agréger les données. Des intervalles de dix secondes sont utilisés jusqu'à 90 secondes, et au delà de 90 secondes, tous les événements sont regroupés. La deuxième colonne montre le nombre d'événements survenus pour l'intervalle en question, pendant le mois. Ainsi, il y a eu 11 trains qui ont donné un temps d'annonce de moins de 30 secondes pendant le mois, et 101 qui ont donné des temps d'annonce de plus de 90 secondes. La troisième colonne présente le nombre de véhicules que l'on s'attendait de voir arriver pendant ces intervalles de temps d'annonce. Ces valeurs ont été établies selon l'heure du jour et le jour de la semaine auxquels le train est arrivé et selon la densité de la circulation correspondante. La quatrième colonne donne le nombre réel d'infractions du type «omission de s'arrêter» enregistrées, et la cinquième colonne indique le rapport de ces infractions aux véhicules prévus.

On note que la proportion de conducteurs qui n'effectuent pas d'arrêt augmente en raison directe de l'augmentation du temps d'annonce, jusqu'à 90 secondes. Mais au delà de 90 secondes, cette proportion diminue. Ces chiffres corroborent les résultats de recherches antérieures sur le comportement des conducteurs aux passages à niveau. Le fléchissement au

delà de 90 secondes est toutefois surprenant. Or, l'examen des bandes vidéo révèle qu'un temps d'annonce prolongé coïncide parfois avec la présence d'un train qui s'est immobilisé en amont du passage à niveau, pour ne pas bloquer celui-ci, et qui attend un signal avancé. Lorsque le train était immobilisé près du passage à niveau, la plupart des conducteurs s'arrêtaient puis repartaient. Aussi, les intervalles plus longs favorisent la formation de files de véhicules. Si un conducteur s'arrêtait ou ralentissait, tous les conducteurs à sa suite étaient obligés de ralentir ou de contourner le véhicule immobilisé, évitant ainsi les boucles de détection des infractions.

Tableau 3 Infractions selon la durée du temps d'annonce (mois de juin)

Durée de l'annonce	Nombre de trains	Véhicules prévus	Infractions omission de s'arrêter	Proportion - omission de s'arrêter	Infractions arrêt-franchis-sement (est.)	Proportion - toutes infractions
<30	11	7	0	0,0 %	0	0 %
30 - 40	49	37	2	5,5 %	4	16 %
40 - 50	69	56	2	3,6 %	4	11 %
50 - 60	138	158	13	8,2 %	26	25 %
60 - 70	117	130	15	11,5 %	30	35 %
70 - 80	61	104	13	12,6 %	26	38 %
80 - 90	32	49	9	18,6 %	18	56 %
> 90	101	419	24	5,7 %	108	32 %
Total / Moy	578	958	78	8,1 %	216	31 %

Les deux dernières colonnes du tableau 3 indiquent le nombre estimatif total de conducteurs qui «grillent» les feux rouges clignotants, et le pourcentage correspondant. On estime à 216 au total (31 %) le nombre de conducteurs qui ont grillé les feux rouges clignotants après avoir effectué un arrêt, et à 8,1 % la proportion de conducteurs qui ont franchi les voies sans même faire d'arrêt.

Une tentative a été faite d'inférer un état «avant» en colligeant des données à l'aide d'un compteur routier à proximité du passage à niveau FCS (17^{e} Rue, Comté de Strathcona). Toutefois, les données ne permettaient pas de distinguer entre l'occupation du passage à niveau par un train et l'approche d'un train au passage à niveau. Il n'a donc pas été possible d'évaluer la situation «avant» à partir de ces données. Néanmoins, celles-ci ont révélé que le système d'avertissement FCS produit très peu d'effet sur les conducteurs. Les conducteurs ralentissaient, certes, lorsqu'il était activé, mais très peu arrêtaient. Les automobilistes franchissaient le passage à niveau à une vitesse moyenne de 57 km/h lorsque les FCS étaient activés, comparativement à 69 km/h lorsqu'ils ne l'étaient pas. Le taux d'infraction semble être beaucoup plus faible au CR-232 qu'à la 17^{e} Rue, ce qui laisse penser que la seule présence du dispositif de photosurveillance au CR-232 a eu une certaine influence sur les conducteurs. Par ailleurs, les caractéristiques du passage à niveau de la 17^{e} Rue sont davantage propices aux infractions – on y note beaucoup plus de fausses alarmes, de trains qui circulent plus lentement et un trafic routier beaucoup plus élevé. Il n'est pas possible d'évaluer quelle part des infractions commises à la 17^{e} Rue représentaient des comportements imprudents.

L'autre élément d'intérêt dans la représentation des conducteurs utilisant le passage à niveau du CR-232 est le niveau de risque auquel ils s'exposaient en franchissant le passage à niveau. Cela a été mesuré par l'intervalle entre la sortie du véhicule et l'arrivée du train. Les données indiquent que même lorsque le temps d'annonce est long, nombreux sont les conducteurs qui passent avec un court délai de sécurité. Les délais de sécurité dans les cas d'infraction du type «omission de s'arrêter» et «arrêt-franchissement» (selon les estimations) sont montrés au tableau 4. On peut voir que dans 36 % des infractions, le délai de sécurité était inférieur à 40 secondes.

Tableau 4 Délai de sécurité – Conducteurs qui ont omis de s'arrêter (juin)

Délai de sécurité (s)	Omission de s'arrêter	Arrêt-franchisse-ment (est.)	Proportion - toutes infractions	Distribution cumulative
<10	0	0	0 %	0 %
10 – 20	8	16	9 %	9 %
20 – 30	12	24	13 %	22 %
30 – 40	13	26	14 %	36 %
40 – 50	14	28	15 %	51 %
50 – 60	6	12	7 %	58 %
60 – 70	4	8	4 %	62 %
70 – 80	2	4	2 %	64 %
80 – 90	2	4	2 %	66 %
> 90	17	77	34 %	100 %
Total / Moy	78	198	100 %	

Les mêmes mesures ont été obtenues pour le mois de septembre, après la mise en place de panneaux d'avertissement. Le tableau 5 présente la proportion des infractions du type «omission de s'arrêter» et le tableau 6, la distribution des délais de sécurité correspondants.

Tableau 5 Infractions selon la durée du temps d'annonce (mois de septembre)

Durée de l'annonce	Nombre de trains	Véhicules prévus	Omission de s'arrêter	Proportion – omission de s'arrêter	Arrêt-franchisse-ment (est.)	Proportion - toutes infractions
<30	6	2	0	0,0 %	0	0 %
30 – 40	44	30	0	0,0 %	0	0 %
40 – 50	57	44	5	11,3 %	10	34 %
50 – 60	131	145	9	6,2 %	18	19 %
60 – 70	97	110	11	10,0 %	22	30 %
70 – 80	41	61	1	1,6 %	2	5 %
80 – 90	22	38	1	2,6 %	2	8 %
> 90	73	294	30	10,2 %	135	56 %
Total / Moy	471	726	57	7,9 %	189	34 %

On peut voir que le taux global des omissions de s'arrêter n'a pas changé (8,1 % avant, 7,9 % après). Aussi, comme on l'a vu en comparant les tableaux 4 et 6, le niveau de prise de risque

est semblable : 36 % avant, comparativement à 32 % après, ce qui donne des délais de sécurité de moins de 40 secondes.

Tableau 6 Délais de sécurité – Conducteurs qui ont omis de s'arrêter (septembre)

Délai de sécurité (s)	Omission de s'arrêter	Arrêt-franchisse-ment (est.)	Proportion - toutes infractions	Distribution cumulative
<10	1	2	1 %	1 %
10 – 20	5	10	7 %	8 %
20 – 30	10	20	14 %	22 %
30 – 40	7	14	10 %	32 %
40 – 50	7	14	10 %	42 %
50 – 60	2	4	3 %	45 %
60 – 70	4	8	6 %	51 %
70 – 80	3	6	4 %	55 %
80 – 90	1	2	1 %	56 %
> 90	17	77	44 %	100 %
Total / Moy	57	156	100 %	

Les données sur les infractions ont été agrégées pour les deux directions dans les tableaux 5 et 6. Le tableau 7 donne la ventilation des infractions selon la direction et il illustre un phénomène intéressant. Les données ont toujours montré davantage d'infractions dans le sens nord-sud que dans le sens sud-nord. Cela était surprenant parce que la majorité des conducteurs qui roulent vers le nord se rendent à leur travail et, à l'inverse, ceux qui roulent vers le sud reviennent chez eux, pour la plupart. Il semble donc que l'on accorde plus de valeur au temps de loisir qu'au temps de travail. Les données indiquent que la mise en place des panneaux pourrait avoir eu un effet marqué chez les conducteurs se rendant au travail (de 6 % avant à 3 % après), et un effet négligeable chez les conducteurs quittant leur travail (10 % avant et 11 % après).

Tableau 7 Réduction des infractions du type «omission de s'arrêter»

Description	Juin (avant les panneaux)			Septembre (après les panneaux)		
	NS	SN	Rapport NS/SN	NS	SN	Rapport NS/SN
Occasions	497	468	1,06	391	360	1,09
Infractions	48	30	1,6	45	12	3,75
% infractions	10 %	6 %		11 %	3 %	

7.3 Effet de l'émission d'avertissements sur le comportement des conducteurs

L'efficacité de l'émission d'avertissements a été évaluée de la même manière que celle des panneaux d'avertissement. Des avertissements ont commencé à être émis le 1er novembre 2004 et leur efficacité a été évaluée sur une période de 19 jours, soit du 13 janvier au 1er février 2005. Le choix de cette période tient en grande partie à la disponibilité des données,

mais cette période se situait suffisamment longtemps après le début de l'émission des avertissements pour que ceux-ci aient été reçus et que les employés en aient parlé entre eux.

Le tableau 8 indique la proportion des conducteurs qui ont commis une infraction au cours de l'intervalle choisi. On constate que 3,8 % des conducteurs ont omis de s'arrêter aux feux rouges clignotants. Ainsi, l'effet des avertissements a été une diminution de 52,5 % des omissions de s'arrêter, par rapport à la moyenne de 8 % pour l'intervalle «avant» (voir le tableau 3 et le tableau 5).

Le matériel de photosurveillance ne tenait pas compte des infractions du type «arrêt-franchissement», mais ce fait n'avait pas été divulgué au cours du programme de sensibilisation. Ce programme faisait tout simplement état du texte du Code de la route (voir la section 5.3).

Un effet a été observé sur les infractions du type «arrêt-franchissement». Au total, 10 % des conducteurs ou bien ont omis de s'arrêter ou bien se sont arrêtés, puis ont traversé le passage à niveau malgré les feux rouges clignotants, alors que le train arrivait. La moyenne au cours de l'intervalle «avant» (voir le tableau 3 et le tableau 5) était de 32 %. Ainsi, les avertissements ont mené à une réduction de 69 % des infractions combinées.

Tableau 8 Infractions selon la durée du temps d'annonce (13 janvier-1er février 2005)

Durée de l'annonce	Nombre de trains	Véhicules prévus	Omission de s'arrêter	Proportion – omission de s'arrêter	Arrêt-franchisse-ment	Proportion - toutes infractions
<30	2	1	0	0,0 %	0	0 %
30 - 40	45	21	0	0,0 %	1	5 %
40 - 50	47	26	1	3,8 %	2	12 %
50 - 60	129	107	5	4,7 %	4	8 %
60 - 70	102	101	5	5,0 %	7	12 %
70 - 80	52	59	3	5,1 %	2	8 %
80 - 90	21	45	0	0,0 %	5	11 %
> 90	75	217	8	3,7 %	16	11 %
Total / Moy	473	577	22	3,8 %	37	10 %

Au cours de la période «avant», il y avait, au passage à niveau, un dispositif de photosurveillance bien visible mais non opérationnel. Certains indices laissent croire que la présence du dispositif a aussi entraîné une diminution des infractions. Le taux d'infraction initial, soit pendant la première semaine après l'installation du dispositif, était plus de deux fois plus élevé que le taux d'infraction moyen à long terme calculé pendant toute la période où le dispositif était visible mais non opérationnel.

Le tableau 9 illustre l'évolution des taux d'infraction. La colonne des «infractions détectées» comprend les véhicules qui respectent les conditions qui définissent une infraction et qui ont été clairement détectés par le dispositif installé. La dernière colonne représente le nombre total d'infractions définies comme telles, y compris celles qui n'ont pas été détectées de façon suffisamment fiable. Ces dernières données n'étaient pas prises en compte aux premières étapes de l'étude.

D'autres observations du comportement des conducteurs à des passages à niveau semblables appuient la prémisse selon laquelle les infractions, au CR-232, étaient plus nombreuses avant qu'après la mise en place du matériel de photosurveillance. Les données d'un compteur routier installé à un autre passage à niveau du Comté de Strathcona ont permis d'établir les vitesses des véhicules à la sortie du passage à niveau alors que les feux clignotants étaient activés. Ces données ont indiqué que, même si les conducteurs ralentissaient à la vue des feux clignotants, très peu immobilisaient leur véhicule et attendaient.

Tableau 9 Nombre d'infractions définies, par période

Date (mm-jj-aaaa)		Intervalle	Nombre moyen d'infractions définies détectées	Y compris les infractions non détectées
Début	**Fin**	**(Jours)**	**(par semaine)**	**(par semaine)**
10-5-2003	10-12-2003	7	39,0	s.o.
10-13-2003	11-27-2003	45	21,8	s.o.
11-28-2003	1-15-2004	47	15,8	s.o.
1-15-2004	2-11-2004	26	17,2	s.o.
2-11-2004	3-10-2004	29	16,2	s.o.
3-16-2004	4-26-2004	40	13,8	20,5
4-26-2004	10-3-2004	157	17	22,3
11-01-2004 Début de l'envoi d'avertissements				
11-01-2004	01-04-2005	63	7,0	9,6

Une étude réalisée par Richards et coll. portait sur un passage à niveau FCS sans barrières, dont les trains s'approchaient à des vitesses de 5 mi/h à 40 mi/h, ce qui est très semblable aux vitesses pratiquées par les trains au CR-232 [Richards et coll., 1991]. Voici la ventilation des réactions des conducteurs :

- Non-arrêt 19 %
- Arrêt-franchissement 61 %
- Arrêt-attente 20 %

Si le taux d'infraction pendant la période de référence était deux fois plus élevé que le taux mesuré alors que le matériel de photosurveillance était visible, l'émission d'avertissements entraînerait un taux de réduction d'environ 75 %, plutôt que de 53 %. Cela concorde avec les observations faites sur la MBL de Los Angeles (voir la section 3.2).

Les observations faites pendant la phase où des avertissements étaient émis ont appuyé l'impression d'inefficacité apparente des panneaux d'avertissement. Il semble que le message des panneaux placés au passage à niveau, sur lesquels était reproduit le texte de la loi en vigueur en Alberta, n'était pas compris. Lorsque le système d'avertissement du passage à niveau était activé, beaucoup de conducteurs s'arrêtaient et attendaient, même lorsque le train était immobilisé. Les panneaux, clairement visibles (qui indiquaient aux conducteurs qu'ils pouvaient poursuivre leur route après s'être arrêtés si le train était immobilisé), ne suffisaient pas à les convaincre de franchir le passage à niveau. Il est arrivé que les mécaniciens de trains immobilisés éteignent les phares de leur locomotive pour tenter de persuader les conducteurs de passer, mais sans succès. Certains conducteurs, en apercevant la file de véhicules, ont fait demi-tour plutôt que d'attendre et/ou de contourner la file.

7.4 Rapport coût-efficacité

Le principal facteur qui influe sur l'efficacité de la photosurveillance aux passages à niveau par rapport aux intersections routières est le temps d'exposition aux feux rouges. Aux intersections routières avec feux, les appareils surveillent les véhicules provenant de deux et parfois quatre directions, où un feu est au rouge pendant au moins 50 % du temps. Mais à un passage à niveau, il y a seulement deux directions d'où peuvent provenir les véhicules et le temps d'exposition à un feu rouge ne représente qu'une infime fraction du temps de feu rouge d'une intersection routière. De plus, les périodes de transition (lorsque le feu passe du vert/jaune au rouge) sont beaucoup plus nombreuses aux intersections routières qu'aux passages à niveau.

Le tableau 10 compare le temps d'exposition et la fréquence des transitions à une intersection routière type et au CR-232. On peut voir que le niveau d'exposition (et les occasions de commettre une infraction) est beaucoup plus élevé pour l'intersection routière, où les feux sont au rouge pendant 720 minutes par jour, comparativement à 28 minutes, au CR-232. Si on tient également compte du trafic plus important, les occasions d'infractions finissent par se chiffrer à 10 000 à l'intersection routière, comparativement à 41, au CR-232.

Tableau 10 Indicateurs potentiels d'exposition aux infractions

Caractéristique	Route type	CR-232 (statu quo)
Durée d'activation des FCS avant l'arrivée du train (min/jour)	> 720	28
Fréquence d'activation (nombre/jour)	> 500	21
Arrivées de véhicule pendant que les feux sont activés (nombre/jour)	10 000	41

Par ailleurs, les taux d'infraction peuvent être relativement plus élevés aux passages à niveau FCS sans barrières – certains, comme celui du CR-232, où se déclenchent des fausses alarmes et où les temps d'annonce sont longs, affichent des taux d'infraction encore plus élevés – et une collision à un passage à niveau peut avoir des conséquences beaucoup plus graves qu'une collision à une intersection routière.

7.4.1 Efficacité

Les effets de la photosurveillance, évoqués à la section 7.3, avaient trait au comportement des conducteurs et au nombre d'infractions. Dans la présente section, nous faisons un lien entre les changements de comportement et le niveau de risque. La méthode utilisée pour ce faire a été décrite à la section 7.1. Elle relie l'augmentation du risque à la diminution du délai entre le départ du véhicule et l'arrivée du train (délai de sécurité). Cette méthode pose comme hypothèse qu'un véhicule qui ne s'arrête pas s'expose au plus haut niveau de risque, le même auquel s'expose un conducteur qui fait un arrêt et franchit le passage à niveau moins de 10 secondes avant l'arrivée du train. Ainsi, un conducteur qui fait un arrêt et franchit le passage avec un délai de sécurité de plus 40 secondes est considéré comme s'exposant à un risque nul. Mais un conducteur qui omet de s'arrêter et franchit le passage avec un long délai de sécurité se voit tout de même attribuer l'indice de risque maximal.

Le tableau 11 indique les délais de sécurité associés aux infractions du type «omission de s'arrêter» et «arrêt-franchissement» pendant les 19 jours de la période d'évaluation.

Le tableau 12 donne l'indice de risque associé aux situations «avant» et «après».

Dans les deux situations «avant», le matériel de photosurveillance était visible mais non opérationnel. Comme on l'a vu, il est permis de croire que la présence du matériel a mené à une réduction des infractions.

7.4.2 Quantification des coûts

Les coûts de matériel comprennent les éléments suivants :

- coûts d'achat et d'installation,
- durée de vie du matériel,
- coûts d'entretien annuel.

Tableau 11 Délais de sécurité pour toutes les infractions (janvier 2005)

Délai de sécurité (s)	Omission d'arrêter	Arrêt-franchisse-ment	Proportion - toutes infractions	Distribution cumulative
<10	1	0	2 %	2 %
10 – 20	1	4	8 %	10 %
20 – 30	4	5	15 %	25 %
30 – 40	0	5	8 %	34 %
40 – 50	4	7	19 %	53 %
50 – 60	4	3	12 %	64 %
60 – 70	1	6	12 %	76 %
70 – 80	3	4	12 %	88 %
80 – 90	1	0	2 %	90 %
> 90	3	3	10 %	100 %
Total / Moy	22	37		

Tableau 12 Comparaison des indices de risque

Facteur	Indice de risque (par 100 trains)		
	Avant - 1	Avant - 2	Avertissement
Non-arrêt	13,5	12,1	5,4
Arrêt-fr.	5,3	4,9	1,6
Total	18,8	17,0	7,0

Avant – 1 : Système de photosurveillance visible mais non opérationnel
Avant – 2 : Système de photosurveillance visible mais non opérationnel, avec panneaux d'avertissement

La photosurveillance est liée à d'autres facteurs qui ont trait aux revenus et aux coûts associés aux contraventions. Voici les facteurs qui doivent être pris en compte :

- coûts de traitement (et d'interprétation) des infractions,
- taux de validité des infractions traitées,
- revenus compensatoires tirés des contraventions,
- variations dans le temps, attribuables aux volumes de véhicules accrus et à la diminution du taux d'infraction.

Il y a un autre élément de coût important dont on doit tenir compte dans tout investissement en transports, à savoir la valeur du temps gagné ou perdu lorsque les délais d'attente diminuent ou allongent. Comme l'installation est située dans une zone industrielle, la valeur du temps a été déterminée à partir du salaire industriel moyen.

Nous nous sommes abstenus d'attribuer une valeur à la vie humaine pour évaluer les vies qui pourraient être épargnées par suite de la diminution des infractions. Le taux de collisions est trop faible pour que l'on puisse chiffrer avec précision un tel gain. Les avantages obtenus grâce au système de surveillance ont plutôt été déterminés par l'indice de risque, comme on l'a vu à la section 7.1.

Le système de photosurveillance entraîne des coûts annuels d'exploitation et d'entretien, et des revenus compensatoires tirés du paiement des contraventions émises. Nous avons utilisé les coûts du tableau 1, soit ceux établis par l'État de l'Illinois lorsqu'il a mis en œuvre un système semblable. Nous tenons pour acquis que l'administration routière prendrait l'initiative d'installer le matériel de photosurveillance et que celui-ci ne serait donc pas sujet aux frais généraux imputés pour les améliorations du côté de la voie ferrée. Nous avons utilisé le coût du système installé déclaré pour le projet de l'Illinois, soit 140 000 $CAN.

En Illinois, le coût estimatif d'exploitation du système était de 2 000 $US/mois. Nous croyons toutefois que dans le Comté de Strathcona, les coûts marginaux associés à l'ajout d'un passage à niveau – où se produisent relativement peu d'infractions – à un réseau en place d'appareils de photosurveillance utilisés pour les intersections routières, seraient beaucoup plus bas. Nous estimons ces coûts à 625 $CAN/mois, soit environ 25 % des coûts mensuels en Illinois, mais environ 133 % des coûts par contravention émise.

Les revenus tirés des contraventions sont directement fonction du nombre de véhicules routiers et inversement proportionnels à l'efficacité du système à réduire les infractions. Le débit de véhicules sur le CR-232 est de beaucoup inférieur à celui enregistré aux passages à niveau avec barrières qui ont servi aux autres études mentionnées au chapitre 3. Sans compter que les infractions détectées ne mènent pas toutes à l'émission de contraventions. Dans tous les systèmes de photosurveillance, une proportion des infractions ne donnent pas lieu à des contraventions. Les raisons pour lesquelles des infractions ont été laissées «impunies» pendant la période de novembre 2004 à janvier 2005 sont énumérées au tableau 13. Comme il est indiqué, seules 73 % des infractions ont été photographiées (ou 27 % n'ont pas été photographiées au départ) parce que le système de mesure ne peut détecter et positionner le véhicule avec toute la précision nécessaire. Des photographies d'infractions, environ la moitié étaient inutilisables pour diverses raisons. Au total, la proportion des contraventions valides

émises pour les infractions du type «omission de s'arrêter» définies comme punissables au CR-232, s'est élevée à 37 %.

Tableau 13 Taux de validité des infractions détectées – novembre et décembre

Catégorie	Nombre	%
Infractions totales - «omission de s'arrêter»	86	100 %
Détectées	63	73 %
Moins photos inutilisables pour les raisons suivantes :		
Photo floue	5	
Plaque illisible	13	
Autre	13	
Valides pour contravention	32	37 %

En Alberta, l'amende pour une infraction à un passage à niveau est de 230 $. Les revenus hebdomadaires tirés de contraventions se calculeraient comme suit :

Revenus = 8,1 infractions/sem. x 37 % taux de validité x 230 $ = 689 $/sem. (35 844 $/an.)

En vertu de la loi albertaine, les conducteurs doivent arrêter leur véhicule et attendre si les FCS sont activés et que le train bouge. Nous avons déjà noté que de nombreux conducteurs restaient arrêtés même si le train était immobilisé. Dans notre évaluation des coûts, nous supposons que les conducteurs finiraient par se rendre compte que ce n'est pas une infraction de franchir le passage à niveau après que le train s'est arrêté et qu'ils ont constaté qu'il n'y a pas de danger, ce qui est le cas au passage à niveau à voie ferrée unique du CR-232. Toutefois, lorsque le système d'avertissement est activé et que le train n'est pas attendu avant 40 secondes, les conducteurs doivent s'arrêter et attendre, même si le risque est nul, selon notre échelle de risque. Pour la distribution des temps d'annonce observés au CR-232, et en tenant compte uniquement des trains effectivement arrivés au passage à niveau, le temps d'attente des véhicules qui se conforment strictement à la loi s'élève à 10,3 heures par semaine. Cette attente représente un coût associé au système de photosurveillance, si on le compare à d'autres solutions technologiques ou opérationnelles.

Selon un moyenne de 1,1 occupant par automobile, en supposant que la valeur du temps est égale au salaire industriel moyen dans la région (17 $/h), et en supposant que 15 % des véhicules sont des camions et que la valeur du temps des conducteurs est de 50 $/h, les coûts annuels associés aux attentes s'élèvent à 12 540 $.

Les coûts et revenus résultant de la photosurveillance sont résumés au tableau 14. La valeur actualisée nette (VAN) correspond à une durée de vie de 25 ans et un taux d'actualisation de 10 %. Comme on l'a noté, les coûts d'exploitation du système de photosurveillance, en Illinois, étaient quatre fois supérieurs à nos coûts marginaux estimatifs pour le Comté de Strathcona. Ainsi, les coûts du cycle de vie pourraient être très différents selon diverses hypothèses de coûts.

Tableau 14 Coûts estimatifs

Catégorie de coût	Coût (VAN $CAN)
Coût du système installé	140 000 $
Coûts d'exploitation marginaux	295 000 $
Revenus marginaux	(326 000 $)
Coûts marginaux reliés à l'attente des conducteurs	114 000 $
Coût total	223 000 $

Comme on peut le voir, même en supposant des coûts d'exploitation faibles, les revenus tirés des contraventions ne suffiraient pas à assurer l'autofinancement de la photosurveillance au CR-232. Les ententes de partage des revenus, qui sont courantes dans les applications routières de la photosurveillance, seraient impossibles au CR-232. Toutefois, la plupart des mesures d'amélioration de la sécurité aux passages à niveau nécessitent des investissements. Il est possible que la photosurveillance soit une solution de rechange viable si on la compare à d'autres investissements dans les passages à niveau.

Un autre investissement qui pourrait être intéressant aux passages à niveau FCS sans barrières où le temps d'annonce de l'arrivée de trains est variable, comme c'est le cas au CR-232, serait de réduire la durée et la variabilité de l'avertissement en utilisant des circuits d'activation à délai d'avertissement constant (DAC). Mais on ne connaît pas avec suffisamment de précision l'efficacité relative de circuits DAC à réduire les comportements à risque pour pouvoir faire une comparaison. Compte tenu des données colligées, le passage à niveau du CR-232 serait un site d'essai idéal pour un système DAC, ce qui permettrait d'obtenir un ensemble de données homogène à des fins de comparaison.

8 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

8.1 Technologie

Il y a deux types d'infractions potentielles aux passages à niveau équipés de feux clignotants et d'une sonnerie : ne pas faire d'arrêt lorsque le système d'avertissement est activé, et faire un arrêt puis poursuivre sa route, même lorsqu'il est dangereux de le faire. La technologie utilisée pour l'essai peut détecter les véhicules qui ne s'arrêtent pas, mais elle ne détecte pas automatiquement le deuxième type de comportement à risque. On peut toutefois déclarer qu'un franchissement était imprudent en mesurant le temps entre le départ du véhicule et l'arrivée du train, soit le délai de sécurité. Nous croyons que cette forme de comportement à risque doit aussi être détectée et sanctionnée lorsque la technologie est utilisée à des passages à niveau FCS sans barrières. Avant d'utiliser la technologie à des passages à niveau FCS sans barrières, nous recommandons que la réglementation et la technologie de photosurveillance soient modifiées, de manière à faciliter la définition et la sanction des infractions du type «arrêt-franchissement imprudent». Une application idéale de la loi supposerait une échelle graduée d'amendes qui diminuent à mesure qu'augmente le délai de sécurité, un peu comme l'échelle de gravité appliquée aux amendes pour vitesse excessive.

Beaucoup de véhicules accélèrent ou ralentissent aux passages à niveau, cela, souvent, autant pour adoucir l'effet de la bosse formée par la chaussée que par mesure de prudence. Par conséquent, les systèmes qui ne tiennent pas compte des infractions commises par les véhicules qui accélèrent/ralentissent auront un taux de répression plus faible. Comme une mesure précise de la vitesse ne s'avère pas nécessaire pour établir la preuve exigée, nous recommandons que, pour les installations futures, les administrations routières soient plus tolérantes pour ce qui est de la précision de la vitesse dans le cas des arrêts non respectés, et que les fournisseurs, à leur tour, assouplissent les contraintes du logiciel, qui ne détectent pas les véhicules qui accélèrent/ralentissent.

8.2 Mise en œuvre

Plusieurs manœuvres dangereuses et d'autres signes de confusion ont aussi été notés chez les conducteurs, pendant la période qui a immédiatement suivi l'installation du matériel, notamment des dépassements de véhicules immobilisés au passage à niveau, des freinages brusques et des zigzags pour éviter les boucles de détection dans la chaussée. Ce sont toutes des manœuvres qui augmentent le risque. Mais aucune collision n'a eu lieu et quelques semaines seulement après l'installation du système, ces types de comportements à risque (dénotant de la confusion chez les conducteurs et causant des incidents entre véhicules) ont diminué de façon marquée. Bien que l'on ait continué à noter de tels comportements de façon intermittente pendant toute la phase opérationnelle, ceux-ci étaient beaucoup plus rares que pendant la période de confusion initiale. Et ces comportements on atteint un plateau lorsque l'on a commencé à émettre des avertissements. Compte tenu du débit relativement faible de véhicules au passage à niveau du CR-232, nous n'avons pas pris en compte les risques «inter-véhicules» pour établir un indice de risque. Néanmoins, les problèmes auraient pu être plus graves à un passage à niveau plus achalandé, et les observations qui ont été faites accentuent l'importance d'avoir des lois qui ont des exigences raisonnables à l'égard des conducteurs et

d'organiser des campagnes de sensibilisation qui décrivent clairement ce que la loi permet et interdit, avant d'installer un système de photosurveillance.

Deux types de comportements à risque non reliés à des trains ont été exacerbés par la présence du système de photosurveillance, soit les conducteurs qui dépassent une file de véhicules immobilisés et ceux qui zigzaguent pour esquiver les boucles de détection dans la chaussée. Il serait possible de prévenir ces comportements en installant des boucles de détection dans les deux voies, plutôt qu'uniquement dans les voies d'entrée, comme il a été fait au chemin de rang 232. Nous recommandons que, dans les applications futures de la technologie à des passages à niveau FCS sans barrières, des boucles de détection soient installées dans les deux voies.

8.3 Cadre législatif

La photosurveillance ne peut servir qu'à appliquer la réglementation en vigueur. À cet égard, nous estimons que la réglementation doit prôner un juste équilibre entre prescription et tolérance, en forçant les conducteurs à avoir des comportements reconnus comme sécuritaires, tout en leur permettant de juger eux-mêmes de la façon dont ils doivent réagir aux diverses situations qu'ils peuvent rencontrer. Nous sommes d'avis que pour les situations complexes, il faut avoir quelques règles simples, et laisser les programmes de formation des conducteurs exposer les détails de tous les scénarios possibles. Il est intéressant de noter que la façon de réagir aux signaux des passages à niveau est un sujet auquel les manuels de formation de conducteurs accordent très peu d'importance (quand ils ne l'ignorent pas carrément), malgré la multiplicité des situations qui font appel à l'interprétation et au jugement du conducteur. Nous recommandons que Transports Canada encourage les provinces à faire ressortir la diversité et la complexité des situations qui peuvent se présenter aux passages à niveau et qu'il élabore avec elles un texte recommandé pour les manuels de formation des conducteurs et, au besoin, pour la réglementation sous-jacente. Il convient également de porter à l'attention du comité compétent du Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM) la nécessité d'harmoniser ces réglementations. Nous recommandons que le CCATM poursuive la modification, et l'harmonisation, du contenu des manuels provinciaux de formation des conducteurs, ainsi que les protocoles d'examen des conducteurs qui se rapportent aux passages à niveau.

Nous recommandons que le CCATM évalue l'opportunité d'adopter le texte simplifié utilisé aux intersections routières munies de feux clignotants (qui indique que l'on doit faire un arrêt et ne repartir que si on peut le faire en toute sécurité). Nous recommandons que le texte de la réglementation comporte une deuxième contrainte relative à la distance – en plus de prescrire au conducteur *d'arrêter son véhicule à au moins 5 m du premier rail*, elle devrait aussi prescrire un *maximum de 15 m*. Cela préviendrait les dépassements dans la file de véhicules en mouvement et permettrait d'abaisser considérablement le seuil de vitesse du système de détection, ce qui assurerait une répression plus uniforme et plus juste des infractions du type «omission de s'arrêter».

Le dilemme auquel est confronté le conducteur lorsque est activé le système d'avertissement à un passage à niveau (distance trop faible pour s'arrêter lorsque les FCS sont déclenchés) pourrait influer sur l'effet global sur la sécurité des systèmes automatisés de photosurveillance. La mise en place d'une sanction pour une situation qui déjà place le

conducteur devant un dilemme pourrait exacerber les problèmes actuels de variation imprévisible de la vitesse sur les approches des passages à niveau. Si l'on devait poursuivre l'installation de systèmes de photosurveillance aux passages à niveau, nous recommandons que les conducteurs qui se situent dans la zone critique, lorsque le système d'avertissement est déclenché, soient autorisés à franchir le passage à niveau sans s'exposer à une amende, et que cela soit clairement énoncé dans les campagnes de sensibilisation, afin de minimiser les risques de collision par l'arrière. On pourrait utiliser la même formulation que pour le cas où les feux tournent au jaune (les conducteurs doivent s'arrêter s'ils peuvent le faire en toute sécurité). Si la réglementation ne contient pas une telle disposition, nous recommandons que les systèmes automatisés de photosurveillance laissent un délai de grâce raisonnable et que les campagnes de sensibilisation fassent état de ce délai de grâce.

8.4 Efficacité

L'émission d'avertissements a entraîné une diminution de 53 % des infractions par «omission de s'arrêter» : d'une moyenne de 8 %, pour la période «avant», ces infractions sont passées à 4 % pendant la période «après». Par ailleurs, le matériel ne détectait pas les infractions du type «arrêt-franchissement», mais ce fait n'était pas divulgué pendant le programme de sensibilisation. Au total, 10 % des conducteurs ont omis de s'arrêter, ou se sont arrêtés puis ont poursuivi leur route en dépit des feux rouges clignotants et du train qui arrivait. La moyenne pour la période d'observation «avant» était de 32 %. Ainsi, les avertissements ont entraîné une diminution de 69 % des deux types d'infractions combinés. En transposant ces données sur l'échelle de risque adoptée pour l'évaluation, on obtient une réduction de 61 % de l'indice de risque.

Au cours de la période «avant», il y avait, au passage à niveau, un dispositif de photosurveillance bien visible mais non opérationnel. Certains indices laissent croire que la présence du dispositif a aussi entraîné une diminution des infractions. Le taux d'infraction initial, soit pendant la première semaine après l'installation du dispositif, était plus de deux fois plus élevé que le taux d'infraction moyen à long terme calculé pendant toute la période où le dispositif était visible mais non opérationnel.

Nous avons conclu que la photosurveillance a effectivement réduit les comportements à risque des conducteurs au passage à niveau FCS sans barrières.

8.5 Essais supplémentaires à des passages à niveau FCS sans barrières

Comme les niveaux d'exposition (véhicules arrivant pendant que les feux clignotants sont activés) sont beaucoup plus faibles à des passages à niveau FCS sans barrières qu'à des intersections routières et qu'à des passages à niveau avec barrières, il est peu vraisemblable que la photosurveillance puisse s'autofinancer complètement à l'aide des revenus tirés des contraventions (comme elle le fait dans de nombreuses installations routières). Il y a lieu de comparer le rapport coût-efficacité de la photosurveillance à celui d'autres technologies conçues pour des passages à niveau. Compte tenu des données recueillies, le passage à niveau du CR-232 serait un site idéal pour l'essai d'un système à «délai d'avertissement constant», car on pourrait ainsi obtenir un ensemble homogène de données à des fins de comparaison.

Il y a lieu d'évaluer plus avant la technologie de photosurveillance à des passages à niveau FCS sans barrières où le comportement des conducteurs est reconnu comme posant problème. Nous croyons qu'une application plus rigoureuse du texte littéral des lois devrait se limiter là où les lois imposent des exigences raisonnables aux conducteurs. Nous recommandons de mener des essais prolongés à un passage à niveau FCS sans barrières relevant d'une administration où des contraventions sont émises et où les conducteurs ont comme consigne de reprendre leur route lorsqu'ils peuvent le faire en toute sécurité. La technologie déployée devrait permettre la détection (et idéalement la sanction) des infractions du type «arrêt-franchissement» associées à un degré de risque élevé.

Même si la technologie vise avant tout les conducteurs téméraires, il est possible que la présence du système mène à une meilleure prise de conscience de la présence d'un passage à niveau et à une diminution des incidents dus à des *conducteurs distraits*. Les futurs essais devraient mesurer l'efficacité à long terme de la photosurveillance automatisée à enrayer les comportements à risque et à signaler aux conducteurs la présence d'un passage à niveau.

RÉFÉRENCES

Dodson, John, "Non-Train Railroad Crossing Accidents Related to School and Other Buses", *Proceedings, 4th International Symposium on Railroad Highway Grade Crossing Research and Safety*, Knoxville TN, October 1996 (published April, 1997).

Golob, Jacqueline M., Seongkil Cho, James P. Curry, and Thomas F. Golob, *Impacts of the San Diego Photo Red Light Enforcement System on Traffic Safety*, TRB 82nd Annual Meeting, 2003.

Illinois Commerce Commission, *Photo Enforcement at Highway-Rail Grade Crossings: 2001 Status Report to the General Assembly*, Research & Analysis Section Transportation Division Working Paper 2002-02, May 2002.

Lammert, Jonathan K., *Application of Automated Enforcement for Highway-Railroad Grade Crossings*, Department of Civil Engineering, Texas A&M University, August 1999.

Li, Wenquan, Wei Wang and Dazhi Jiang, "Unsignalized Intersection Capacity with Mixed Vehicle Flows", *Proceedings, TRB 82nd Annual Meeting*, 2003.

Luedtke, Paul, City of Garland, Texas, *Automated Red Light Enforcement: The Good, The Bad and The Ugly*, ITS Texas, Annual Meeting, 2001.

Meadow, Linda, "Los Angeles Metro Blue Line Grade Crossing Safety Improvement Program", *Proceedings of the 1993 Rapid Transit Conference, American Public Transit Association*, Washington, D.C., June 1993.

Raub, Richard, A. Roy, E. Lucke and Thomas Thunder, *Evaluation of the Automated Wayside Horn System in Mundelein, Illinois*, Northwestern University Center for Public Safety, January 2003.

Richards, Stephen H., R.A. Margiotta and G.A. Evans, *Warning Time Requirements at Railway-Highway Grade Crossings with Active Traffic Control*, Federal Highway Administration, FHWA-SA-91-007, PB91-218289, February 1991.

Schoppert, D. W., and D.W. Hoyt,. *Factors Influencing Safety at Highway-Rail Grade Crossings*, Report No. 50, National Cooperative Highway Research Program, Highway Research Board, Washington, D.C., 1968.

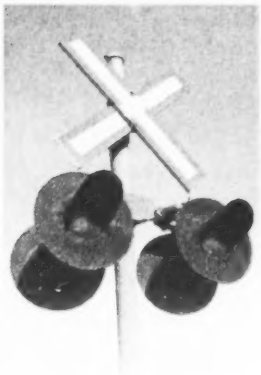
Supriyasilp, Thitipat, Daniel S. Turner, Jay K. Lindly, Edward Mansfield, and Jon Howell, *Speed Sensitivity of a Red-Light Camera Enforcement System*, TRB 83rd Annual Meeting, 2004.

U.S. DOT/FRA, *49 CFR Parts 222 and 229 Use of Locomotive Horns at Highway-Rail Grade Crossings; Interim Final Rule-Appendix B: Approved Safety Measures*, Federal Register, Vol. 68, No. 243, Thursday, December 18, 2003.

Yi, P. "Gap Acceptance for Elderly Drivers on Rural Highways", *ITE 1996 Compendium of Technical Papers*, Institute of Transportation Engineers, 1996, pp. 299-303.

ANNEXE A

COMMUNIQUÉ DE PRESSE



[TRADUCTION]

Communiqué de presse

22 octobre 2004

Mise à l'essai de la photosurveillance à un passage à niveau

Un passage à niveau du Comté de Strathcona a été choisi comme site d'un projet pilote qui permettra de déterminer si un système automatisé de photosurveillance peut accroître la sécurité aux passages à niveau.

L'essai aura lieu au passage à niveau du CN situé au nord de la route 16, près de Sherwood Park, sur le chemin de rang 232, que franchissent plus de 1 200 véhicules et 20 trains par jour.

À compter du lundi 1er novembre, les conducteurs qui franchiront les voies ferrées sans s'arrêter au clignotement des feux recevront des avertissements par la poste. Le but de ces avertissements est de sensibiliser les conducteurs aux comportements à adopter aux passages à niveau dont les feux clignotants et la sonnerie sont activés, pour respecter le Code de la route et pour leur propre sécurité.

En Alberta, de 1998 à 2002, 25 personnes ont été tuées et 179 autres ont été blessées dans des collisions entre des trains et des véhicules. La loi de l'Alberta stipule que les conducteurs doivent arrêter leur véhicule à au moins cinq mètres du rail le plus proche lorsque les feux clignotent, et qu'ils doivent attendre, pour repartir, que le train soit passé ou se soit arrêté, et que la voie soit libre.

Des appareils-photo ont été installés au passage à niveau en octobre 2003 pour surveiller la circulation. Depuis ce temps, une moyenne de 113 infractions—c'est-à-dire des véhicules qui ne font pas d'arrêt quand les feux clignotent—ont été enregistrées chaque mois. Les appareils utilisés pour le projet pilote sont identiques à ceux utilisés aux intersections routières pour enregistrer les infractions aux feux rouges.

La loi en vigueur en Alberta ne permet pas d'utiliser un système de surveillance automatisée aux passages à niveau; c'est pourquoi seuls des avertissements seront émis, et non des contraventions.

...suite

Ce projet pilote fait partie d'un programme de recherche lancé en 1999 sous l'égide de Direction 2006, un partenariat entre des sociétés ferroviaires, des organismes de sécurité publique, des syndicats de policiers, des groupes communautaires, Transports Canada et d'autres ordres de gouvernement. Le projet a été rendu possible grâce à la collaboration d'organismes qui ont tous à cœur la diminution du nombre de collisions entre trains et véhicules—Alberta Transportation, le Comté de Strathcona, la GRC et le Centre de développement des transports de Transports Canada.

«Le Programme de sécurité routière de la GRC a pour objectif d'améliorer la sécurité du public sur nos routes», a déclaré le caporal Ben Wilkowski du détachement du Comté de Strathcona de la GRC. «Le conducteur moyen a une très bonne opinion de lui-même, mais souvent, il ne respecte le Code de la route que s'il y a un policier dans les parages et si cela ne contrecarre pas ses besoins immédiats. Dès qu'il voit une auto-patrouille, il devient un excellent conducteur, et il ralentit lorsqu'il aperçoit un appareil radar photo. Le respect de la signalisation a considérablement augmenté aux intersections, lorsque des caméras de surveillance des feux rouges ont été installées. Si une technologie automatisée peut accroître la conformité au Code de la route et améliorer le comportement des conducteurs aux passages à niveau, la sécurité des usagers de la route devrait elle aussi s'améliorer. La police est favorable à tout ce qui peut sauver des vies et réduire les blessures.»

«Le Comté de Strathcona est heureux de participer à des projets qui peuvent accroître la sécurité de nos résidents», a déclaré pour sa part le maire Vern Hartwell. Le Comté de Strathcona a été l'une des premières municipalités du Canada à installer des caméras de surveillance des feux rouges à ses grandes intersections routières.

Des recherches menées aux États-Unis ont révélé que la surveillance automatisée a été efficace à réduire les infractions aux passages à niveau. Le projet du Comté de Strathcona aidera à déterminer si une amélioration semblable est possible partout au Canada. Il nous renseignera aussi sur les conditions propices à la mise en œuvre de la technologie et à un bon rapport coût-efficacité.

Personnes-ressources :

GRC	Caporal Ben Wilkowski, (780) 449-0129
Comté de Strathcona	Vern Hartwell, maire (780) 464-8000 (M. Hartwell occupera le fauteuil de maire jusqu'au 26 octobre 2004)
Transports Canada	Marie-Josée Dubois, (613) 993-0055

ANNEXE B

QUESTIONS ET RÉPONSES

1. Pourquoi a-t-on mis sur pied un projet pilote pour évaluer la technologie de surveillance automatisée à un passage à niveau?

Le Centre de développement des transports de Transports Canada et Alberta Transportation se sont associés pour concevoir ce projet pilote afin d'étudier, mettre à l'essai et évaluer l'efficacité d'une technologie d'application automatisée de la loi à améliorer la sécurité aux passages à niveau. En collaboration avec diverses parties intéressées, comme le Comté de Strathcona, la GRC du Comté de Strathcona, le Canadien National (CN), le Canadien Pacifique (CP), Affiliated Computer Services (ACS), entre autres, le volet «essai» de ce projet a été mis en œuvre à un passage à niveau du Comté de Strathcona, en Alberta.

Le Comté de Strathcona est l'un des endroits au Canada qui utilise présentement une technologie d'application automatisée de la loi. On y trouve des appareils-photo qui surveillent les feux rouges aux intersections routières. Des recherches menées aux États-Unis ont clairement démontré que cette technologie peut aussi réduire les comportements à risque et les infractions aux passages à niveau. Le présent projet a pour but de déterminer si des améliorations semblables peuvent être obtenues à des passages à niveau du Canada. On s'attend aussi de cette étude qu'elle nous renseigne sur les conditions, propres aux passages à niveau, nécessaires pour rendre cette technologie applicable et rentable. L'analyse des données issues de ce projet pilote mettra vraisemblablement en lumière l'impact de cette technologie sur le comportement des automobilistes aux passages à niveau.

2. À quel passage à niveau du Comté de Strathcona la technologie est-elle mise à l'essai?

Des appareils de photosurveillance ont été installés dans les directions sud-nord et nord-sud, au croisement des voies ferrées du Canadien National (CN) avec le chemin de rang 232, au nord de la route 16.

3. Comment avez-vous choisi le passage à niveau auquel la technologie allait être mise à l'essai?

Le passage à niveau susmentionné a été choisi pour l'essai de la technologie d'application automatisée de la loi parce qu'il répondait favorablement à un ensemble de critères établis par le comité de mise en œuvre du projet, composé de représentants des principales parties intéressées. Les deux principaux critères étaient un taux d'infraction élevé et un système d'avertissement sans barrières.

Au passage à niveau du Comté de Strathcona choisi pour le projet pilote, du 1er octobre 2003 au 29 février 2004, le système a enregistré 568 infractions – c'est-à-dire des conducteurs qui franchissaient les voies ferrées alors que les feux clignotaient, sans s'être arrêtés. Cela correspond à une moyenne de 113 infractions par mois. Ces chiffres englobent les infractions commises dans les deux directions, nord-sud et sud-nord.

4. Comment fonctionne la technologie d'application automatisée de la loi?

La technologie d'application automatisée de la loi se déclenche uniquement lorsqu'un véhicule omet de s'arrêter au passage à niveau après que les feux clignotants et la sonnerie ont été activés. Autrement, le système est «dormant».

La technologie est constituée de cinq principaux composants : des boucles de détection, un appareil-photo, une unité centrale (UC), un boîtier d'appareil-photo et un flash auxiliaire.

Le système fonctionne en conjonction avec les signaux du passage à niveau. Lorsque survient une infraction, l'appareil prend deux photographies. La première est prise seulement si les feux et la sonnerie sont activés et qu'un véhicule passe sur les boucles de détection sans s'arrêter. Par un calcul temps-distance, l'UC détermine le temps pris par le véhicule pour franchir le passage à niveau. L'appareil-photo prend la deuxième photographie lorsque la voiture est en train de franchir le passage à niveau.

Sur chacune des photos, on voit clairement le véhicule en train de commettre l'infraction, la plaque d'immatriculation et les conditions environnementales. Sur chaque photo est superposée une case contenant l'heure, la date et l'endroit de l'infraction, la vitesse du véhicule en infraction et le nombre de secondes écoulées entre l'activation des feux clignotants et le moment où le véhicule s'est illégalement engagé dans le passage à niveau.

5. Qu'est-ce qui constitue une infraction à un passage à niveau?

Lorsque les feux clignotants sont activés à un passage à niveau, les conducteurs doivent immobiliser leur véhicule à au moins 5 mètres du rail le plus près.

Les automobilistes doivent attendre, avant de repartir, que le train soit passé ou immobilisé et que la voie soit libre. Le paragraphe 42(2) du *Highways and Rules of the Road Regulation* (AR304/2002) de l'Alberta pris en vertu de la *Traffic Safety Act* stipule qu'un conducteur doit arrêter son véhicule à au moins 5 mètres du premier rail lorsque le dispositif électronique d'avertissement est activé. La personne qui conduit le véhicule ne peut se remettre en marche et franchir le passage à niveau que lorsqu'elle peut le faire en toute sécurité parce que le train a dépassé le passage à niveau ou s'est complètement arrêté.

6. Combien de véhicules franchissent le passage à niveau du chemin de rang 232 chaque jour?

Selon les relevés de trafic, environ 1 200 véhicules franchissent ce passage à niveau chaque jour.

7. Combien de trains passent à ce passage à niveau chaque jour?

Plus de 20.

8. Quelle est la vitesse moyenne des trains qui circulent sur cette voie?

Environ 70 km/h.

9. Quelle est la limite de vitesse sur la route où la technologie d'application automatisée de la loi est installée?

70 km/h.

10. Combien de collisions entre trains et véhicules a-t-on dénombrées dans le Comté de Strathcona?

En 2002, il est survenu une collision entre un véhicule et un train dans le Comté de Strathcona, qui a causé la mort d'une personne. Aussi, en 1996, une collision entre un train et un véhicule a causé des blessures graves.

11. En Alberta, combien de personnes ont été tuées ou blessées à la suite de collisions entre des trains et des véhicules?

De 1998 a 2002, 25 usagers de la route ont été tués et 179 ont été blessés à la suite de collisions entre des trains et des véhicules en Alberta.

12. Combien de personnes au Canada ont été tuées ou blessées dans des collisions entre des trains et des véhicules?

Selon l'Opération Gareautrain (un programme national d'éducation publique parrainé par l'Association des chemins de fer du Canada et Transports Canada), au Canada, en 2003, on a dénombré 248 collisions entre trains et véhicules, qui ont fait 26 morts et 51 blessés graves.

13. Pendant combien de temps la technologie d'application de la loi sera-t-elle mise à l'essai à ce passage à niveau du Comté de Strathcona?

L'essai durera jusqu'au 31 décembre 2004, et les résultats seront alors examinés par les diverses parties intéressées qui prennent part au projet.

14. Qu'en est-il des situations où les feux clignotent pendant plusieurs minutes sans qu'un train passe ou soit immobilisé? Les conducteurs doivent-ils demeurer arrêtés indéfiniment?

Lorsque les feux clignotent, les automobilistes sont tenus de s'arrêter au passage à niveau et d'attendre que le train soit passé ou immobilisé et que la voie soit libre avant de repartir. Cette règle est sans exception.

15. Si un train arrive de très loin, pourquoi le conducteur ne peut-il tout simplement pas traverser les voies si la visibilité est bonne et qu'il a amplement le temps de passer?

Pour protéger le public, la loi oblige les automobilistes à s'arrêter au passage à niveau lorsque les signaux sont activés. Les automobilistes ne peuvent poursuivre leur route que si le train a passé ou s'est immobilisé et que s'ils peuvent le faire en toute sécurité. Il est difficile de juger de la vitesse d'un train. Les feux clignotants et la sonnerie sont conçus pour se déclencher de façon à laisser suffisamment de temps aux automobilistes pour s'arrêter ou franchir les voies ferrées avant que le train arrive.

16. Si un train approche et que je m'arrête, puis continue, est-ce que je recevrai un avertissement?

Il est imprudent et illégal de ne pas s'arrêter ou de s'arrêter et de continuer à moins que le train soit passé ou immobilisé, lorsque les feux clignotent. Des avertissements seront émis aux automobilistes qui omettront de s'arrêter au passage à niveau lorsque que les feux clignotants seront activés.

17. Pourquoi informez-vous le public du passage à niveau où est installée la technologie d'application de la loi?

Comme le but du projet est d'évaluer l'efficacité de la technologie d'application automatisée de la loi en tant que moyen de modifier le comportement des conducteurs, il est essentiel, pour le succès du projet, d'informer le public de l'emplacement de la technologie. Les parties prenantes au projet ont donc élaboré une vaste campagne de sensibilisation du public afin de s'assurer que les automobilistes qui empruntent la route où la technologie est déployée soient parfaitement conscients de l'existence des dispositifs de surveillance.

Dans le cadre de la campagne de sensibilisation du public, des panneaux ont été installés tout près du passage à niveau, des deux côtés, pour informer les automobilistes du fonctionnement du système et de ce qui constitue une infraction. Selon notre expérience des dispositifs de photosurveillance aux grandes intersections, le fait d'être ouvert et transparent incite les conducteurs à la prudence. Le matériel de communication élaboré dans le cadre de la campagne de sensibilisation comprend aussi un communiqué de presse, un feuillet d'information (qui sera distribué aux commerces dans le voisinage du site) et une campagne de publicité dans les journaux locaux.

18. Pourquoi les contrevenants reçoivent-ils des avertissements plutôt que des contraventions?

La législation en vigueur en Alberta ne permet pas d'utiliser des technologies automatisées pour appliquer la loi aux passages à niveau. Pour le moment, seuls des avertissements peuvent être envoyés aux propriétaires inscrits des véhicules qui ne respectent pas les signaux d'avertissement aux passages à niveau, afin de les encourager à modifier leur comportement au volant et à adopter des habitudes de conduite sécuritaires et conformes au Code de la route.

19. Si on ne peut émettre de contraventions, à quoi sert la photosurveillance?

Les avertissements servent à informer les automobilistes des dangers qu'ils courent en ne respectant pas les signaux à un passage à niveau. Sensibiliser le public aux dangers de désobéir à la signalisation à un passage à niveau sert non seulement à accroître la sécurité et le bien-être des automobilistes qui empruntent le passage à niveau, mais aussi, de façon plus générale, à accroître la sécurité dans la collectivité, pour le plus grand bénéfice de tous les usagers de la route.

20. Les parties intéressées à ce projet sont-elles en faveur d'une législation qui permettrait l'émission de contraventions aux automobilistes qui seraient identifiés par le système de photosurveillance comme étant en train de commettre une infraction à un passage à niveau?

Le but de la présente étude est d'évaluer l'efficacité de la technologie à améliorer le comportement des conducteurs aux passages à niveau. Les parties intéressées sont conscientes que les résultats du projet pilote pourraient amener des modifications à la loi, qui autoriseraient l'émission de contraventions fondées sur l'utilisation de technologies d'application automatisée de la loi aux passages à niveau.

21. Qui percevrait les amendes imposées à la suite d'infractions à des passages à niveau?

Si un jour la loi était modifiée pour permettre l'émission de contraventions, la plupart des revenus tirés des infractions aux passages à niveau seraient versés dans le fonds des recettes générales du Comté de Strathcona. Comme pour les autres contraventions pour infractions aux règlements de la circulation, une partie de ces revenus (15 p. 100) iraient au Fonds de services aux victimes de l'Alberta.

Il convient toutefois de noter que le but véritable des modifications à la loi, si elles devaient survenir, est d'améliorer la sécurité. Depuis 2001, dans le Comté de Strathcona, le pourcentage d'automobilistes qui dépassent la vitesse permise et qui grillent des feux rouges a beaucoup diminué, tout comme ont diminué les revenus tirés de la photosurveillance aux feux rouges et des appareils radar photo.

22. Pourquoi recourir à un dispositif technique plutôt qu'à des agents de police pour réprimer les infractions aux passages à niveau?

Il est aussi efficace de recourir à la technologie qu'à des ressources policières pour surveiller les automobilistes qui ne respectent pas les feux clignotants aux passages à niveau. L'application de la loi par des moyens technologiques ne remplace pas les agents de police, mais les complète.

23. La technologie de répression des infractions aux passages à niveau viole-t-elle la vie privée des automobilistes?

Non. Conduire sur un chemin public est une activité réglementée. En obtenant un permis de conduire, un automobiliste accepte de respecter certaines règles – respecter les feux de signalisation, par exemple. Il n'est contraire ni à la loi ni au sens commun d'observer les conducteurs sur la route et de documenter leurs infractions. De plus, on ne s'attend pas à ce qu'un automobiliste qui se trouve sur un chemin public ait droit au respect de sa vie privée, encore moins s'il a commis une infraction.

Aussi, le système de photosurveillance automatisée mis en œuvre en Alberta photographie seulement l'arrière du véhicule, en particulier la plaque d'immatriculation. Les occupants du véhicule ne sont pas identifiés sur les photos de l'infraction.

24. Quels organismes prennent part à ce projet pilote?

Les principaux organismes qui prennent par à l'élaboration et à la mise en œuvre de ce projet sont : le Centre de développement des transports de Transports Canada, Alberta Transportation, le Comté de Strathcona, la GRC du Comté de Strathcona, le Canadien National (CN), le Canadien Pacifique (CP) et Affiliated Computer Services (ACS). D'autres partenaires sont aussi concernés : l'Alberta Centre for Injury Control and Research (ACICR), l'Alberta Traffic Safety Foundation, Opération Gareautrain et Direction 2006.

25. Qui paye pour ce projet pilote?

La majorité des coûts sont assumés par le Centre de développement des transports de Transports Canada et Alberta Transportation. Le Comté de Strathcona, la GRC du Comté de Strathcona, ACS, le CN et le CP y vont d'une contribution en biens et services, soit principalement en ressources – personnel, matériel et documentation.

26. A-t-on recours à des technologies d'application automatisée de la loi aux passages à niveau ailleurs dans le monde?

Une technologie d'application automatisée de la loi est présentement utilisée pour décourager les infractions aux passages à niveau en Europe, en Asie et aux États-Unis. Aux États-Unis, cette technologie est utilisée à deux endroits : sur la Metro Blue Line à Los Angeles, en Californie, et à Wood Dale, en Illinois. Il y a trois ans, la technologie a aussi été déployée dans le cadre d'un projet pilote sur la Metrolink Line en Californie.

En décembre 2003, 42 passages à niveau de la Metro Blue Line sont équipés d'un système de surveillance automatisée. À ce jour, le déploiement de cette technologie a mené à une réduction d'environ 50 % du nombre d'infractions. À Wood Dale, en Illinois, quatre appareils-photo ont été mis en place pour l'instant.

27. Le public est-il en faveur de l'utilisation de technologies pour détecter les infractions au Code de la route?

Les enquêtes menées en Alberta par le passé ont toujours montré que la majorité des Albertains appuient le recours à la technologie pour détecter les infractions au Code la route.

28. À qui dois-je m'adresser pour en savoir plus sur le projet pilote de surveillance automatisée des signaux de passage à niveau du Comté de Strathcona?

Pour de plus amples renseignements sur ce programme, veuillez vous adresser à : Caporal Ben Wilkowski, détachement de la GRC du Comté de Strathcona, 911, Bison Way, Sherwood Park, téléphone : 467-7741.

Préparé par :

Le comité de direction du projet Technologie de surveillance automatisée des signaux d'avertissement aux passages à niveau

Centre de développement des transports

800, bd. René-Lévesque Ouest
Bureau 600
Montréal (Québec)
H3B 1X9

www.tc.gc.ca/tdc/index_f.htm